

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Nasazení technické diagnostiky pro
odhalení vzniku prasklin válců

Deployment of Technical Diagnostics for
Detection of Cracks in Rolls

Student:

David Šeděnka

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Blata, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student: **David Šeděnka**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování
Specializace: 70 Technická diagnostika, opravy a udržování
Téma: Nasazení technické diagnostiky pro odhalení vzniku prasklin válců
Deployment of Technical Diagnostics for Detection of Cracks in Rolls

Zásady pro vypracování:

V rámci bakalářské práce se zabývejte problematikou diagnostiky vznikajících prasklin válců. Proved'te rešerši dané problematiky s návrhem možných vhodných metod pro diagnostiku těchto válců, případně tuto metodu aplikujte a proved'te následné zhodnocení.

V rámci zadání zpracujte:

1. Rešerši a analýzu dané problematiky.
2. Ideově technický návrh řešení dané problematiky.
3. Zpracujte aplikaci na daný objekt.
4. Proved'te konkrétní provozní vyhodnocení.

Další podrobnější specifikace provede vedoucí bakalářské práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

HELEBRANT, F. – ZIEGLER, J.: *Technická diagnostika a spolehlivost II – Vibrodiagnostika*. VŠB – TU Ostrava, Ostrava 2004, 1. vydání, 178 s., ISBN 80 – 248 – 0650 – 9.

TŮMA, J.: *Zpracování signálů získaných z mechanických systémů užitím FFT*. Sdělovací technika Praha 1997, 174 s., ISBN 80-901936-1-7.

MILÁČEK, S.: *Měření a vyhodnocování mechanických veličin*. ČVUT v Praze 2001, 231 s., ISBN 80.01-02417-2

JENČÍK, J. – VOLF, J. A KOL.: *Technická měření*. ČVUT v Praze 2003, 212 s., ISBN 80-01-02138-6

Podkladové materiály - ADASH s.r.o., Brüel Kjaer, SKF Ložiska a.s.

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Blata, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Poděkování

Děkuji panu Ing. Aleši Rodemu a Pavlu Zuskému za poskytnuté rady a informace. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Janu Blatovi, Ph.D. za cenné rady při zpracovávání této práce, zejména při analýze naměřených dat.

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě21.5. 2012.....

.....*Michal*.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 21.5.2012

..... *David Šeděnka*

Podpis

David Šeděnka

Ukrajinská 1485/50

708 00 Ostrava-Poruba

Anotace bakalářské práce

ŠEDĚNKA, D. Nasazení technické diagnostiky pro odhalení vzniku prasklin válců: *bakalářská práce*. Ostrava: VŠB- Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2012, 52 s. vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Blata, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá užitím nové metody nedestruktivní technické diagnostiky a její aplikací do provozu Trineckých železáren-Válcovny trub. V rámci této práce jsou provedena měření a podrobná analýza výstupních dat. Tyto data jsou podrobně analyzována, vyhodnocena a jsou zde uvedena doporučení.

Annotations of Bachelor thesis

Šeděnka, D. Deployment of Technical Diagnostics for Detection of Cracks in Rolls *Bachelor thesis*. Ostrava: Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Processing Machinery and Design, 2012, 52 p. Supervisor: Ing. Jan Blata, Ph.D.

The bachelor thesis is focused on using a new method for nondestructive technical diagnostics and its implementation into operation of Trinecke zelezarny – rolling mill. The work contains measurements and detailed analysis of output data. These data are deeply analyzed and evaluated. Finally the recommendation is mentioned.

Seznam zkratk

a.s.	Akciová společnost
HCC	„Hard cross country (Hrubostřední trať)
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
ČSN, DIN, ASTM, GOST, NFA, API	Normy
MMM	„Metal magnetic memory“ (Magnetická paměť kovu)
SCZ	Stress Concetration Zones (Zóny koncentrací Napětí)
Hp	Intenzita magnetického pole (A/m)
dHp/dx	Gradient magnetického pole (A/m)
f	frekvence (Hz)

Obsah

Úvod.....	1
1. Třinecké železárny a jejich významní konkurenti v České republice.....	2
1.1 Arcelor Mittal a.s.....	2
Závod 10-Koksovna	2
Závod 12- Vysoké pece.....	2
Závod 13- Ocelárna.....	3
Závod 14- Válcovna	3
Závod 5- Doprava.....	3
Závod Údržba	3
ArcelorMittal Engineering Products Ostrava s.r.o.	3
ArcelorMittal Energy Ostrava s.r.o.	3
Historie společnosti	4
1.2. Vítkovice steel (Vítkovické železárny)	4
Historie Vítkovických železáren	5
1.3. Třinecké železárny	6
Historie firmy	6
1.4. Výrobní schéma v rámci Třineckých železáren a.s.	7
Koksochemická výroba	7
Výroba surového železa- aglomerace	7
Výroba surového železa- vysoké pece	7
Ocelářská výroba.....	8
Válcovna předvalků a profilů-Blokovna a vratná trať	8
Válcovna předvalků a profilů- Střední trať	8
Válcovna drátu a jemných profilů- Kontijemná trať	8
Válcovna drátu a jemných profilů- Kontidrátová trať.....	8
Sochorová válcovna Kladno.....	9
Tažírna oceli	9

Univerzální trať Bohumín	9
Druhotné suroviny	9
Válcovna trub Vítkovice	9
Historie výroby bezešvých trubek	10
Postup výroby bezešvých trubek Mannesmanovým způsobem	10
Popis obrázku č. 4	11
2. Použité metody technické diagnostiky	15
2.1. Metoda MMM	15
Kalibrace přístroje	16
2.2. Metody ultrazvukové defektoskopie	17
Ultrazvuková metoda průchodová	17
Ultrazvuková metoda odrazová	18
2.3. Metoda prozařovací- Rentgen	19
3. Základní systémy údržby	20
Údržba po poruše	20
Preventivní údržba	20
Prediktivní údržba	20
Proaktivní údržba	21
Současný stav údržby na Mannesmanově děrovacím stroji	21
4. Popis konkrétního problému	23
5. Schéma měření, naměřené hodnoty a hodnocení stavu válců	25
5.1. Nový válec č.1	25
5.2. Nový válec č.2	28
5.3. Jedenkrát použitý válec (sada 1 levý válec)	30
5.4. Jedenkrát použitý válec (sada 1 pravý válec)	33
5.5. Vícekrát použitý válec (sada 2 pravý válec)	36
5.6. Vícekrát použitý válec (sada 2 levý válec)	39
5.7. Vícekrát použitý válec (sada 12 levý válec)	41

5.8. Vícekrát použitý válec (sada 12 pravý válec)	44
6. Závěrečné zhodnocení stavu a doporučení.....	47
7. Závěr.....	49
Seznam použité literatury	50
Seznam obrázků	52

Úvod

Hutní průmysl má v Moravskoslezském kraji dlouhou historii. Ta je podmíněna zásobami uhlí v našem kraji. K nejvýznamnějším podnikům v tomto kraji patří Arcelor Mittal a.s. Vítkovické železárny a.s. a Třinecké železárny a.s. Výrobky těchto společností mají díky velmi rozsáhlému sortimentu výroby velké využití. Jejich sortiment zahrnuje od výroby polotovarů pro další následné zpracování až po hotové výrobky jako například kolejnice.

Tyto firmy také velmi příznivě přispívají k ekonomické situaci Moravskoslezského kraje. Největším přínosem je vytvoření pracovních míst. Jen Třinecké železárny a.s. v roce 2010 zaměstnávaly 5905 osob a k dobru lze přičíst i to, že v době nelehké ekonomické situace zůstaly na českém trhu.

Velkou nevýhodou tohoto průmyslu je jeho velká zátěž na životní prostředí. Z plyných látek vypouštěných do životního prostředí vyjmenujme například oxidy uhlíku, oxidy dusíku, oxidy síry. Dále jsou zde zastoupeny odpady v kapalném a pevném skupenství. K dobru ale těmto firmám musíme přičíst to, že se snaží velkou většinu těchto škodlivých látek zachycovat a ekologicky likvidovat. Dopady tohoto průmyslu dnes lze vidět například na některých částech Ostravy, kde se projevují i na zdraví obyvatel v těchto částech žijících. Dále zde musíme zahrnout i další činnost nutnou k provozu těchto podniků, jako například důlní činnost, která má mimo jiné neblahý vliv na ráz okolní krajiny.

V této bakalářské práci, jsem se zaměřil v jedné z výše uvedených firem na provoz jednoho ze závodů, a to konkrétně na provoz válcovací stolice pro válcování bezešvých trubek v Třineckých železárnách a.s. toho času sídlící v Ostravě - Vítkovicích. Mým úkolem je zjistit trhliny a praskliny ve válci na již výše zmíněné válcovací stolici. Záměrem mé práce je aplikovat metodu nedestruktivní diagnostiky na válce s možnou poruchou vnitřní struktury a navrhnout opatření k odstranění nenadálého prasknutí válce a tím i odstavení celé výrobní linky, které firmě přináší nemalé finanční ztráty.

1. Třinecké železářny a jejich významní konkurenti v České republice

1.1 Arcelor Mittal a.s.



Obr. č. 1 Arcelor Mittal (zdroj [7])

Jedná se o společnost s výrobním programem zaměřeným na výrobu a zpracování surového železa a její následné využití. Nejvyšší podíl na výrobě má výroba důlních výztuží, silničních svodidel a podobně. V tomto podniku se nacházejí tyto závody:

Závod 10-Koksovna

V závodě je možné najít dvě koksárenské baterie s přechovaným provozem a jednu velkoprostorovou baterii se sypným provozem. Kromě roční produkce asi 1,5 milionu tun koksu ročně se zde také získává čištěním koksárenského plynu černouhelný dehet, kapalná síra a další látky. Tyto látky pak následně odebírá chemický průmysl.

Závod 12- Vysoké pece

Zde se nacházejí čtyři vysoké pece s roční kapacitou 3 miliony tun surového železa. Pro zajištění dostatečné produkce surového železa ve většině případů stačí pece tři. Asi tři čtvrtiny tohoto produktu zpracovává přímo podnik sám a zbytek buď vyváží do firmy Evraz Vítkovice steel, a nebo se používá v lícím stroji.

Závod 13- Ocelárna

Závod vyrábí ocel takzvaným kyslíkovým pochodem ve čtyřech tandemových pecích. Jeho produkce činí asi 3 miliony tun oceli ročně.

Závod 14- Válcovna

Ve válcovně vyrábí válcované profily určené převážně pro stavby a konstrukce na domácím i zahraničním trhu. Pro tento účel se v závodě nacházejí dvě profilové tratě, jedna pásová trať a drátová trať. Válcovací trať HCC produkuje střední a hrubou profilovou ocel, profily ocelových výztuží a plochou ocel o šířce 130 až 170 milimetrů. Kontidrátová trať vyrábí drát o průměru 5,5 až 14 milimetrů a také slabší tyče pro výztuž do betonu.

Závod 5- Doprava

Závod Doprava zajišťuje přepravu materiálu a výrobků mezi jednotlivými závody a útvary a pro externí společnosti sídlící v areálu firmy. K tomuto účelu využívá jak silniční, tak i železniční dopravy. Zároveň tento závod zajišťuje údržbu silničních vozidel, emisní kontroly a kontroly technického stavu vozidel.

Závod Údržba

Zabývá se údržbou, opravami poruch a renovacemi veškerého zařízení v majetku společnosti ArcelorMittal Ostrava.

ArcelorMittal Engineering Products Ostrava s.r.o.

Je výrobě-opravárenský závod vytvořený nejen pro potřeby této společnosti, ale i pro externí zákazníky. Ze strojírenské výroby zajišťuje závod výrobu strojních dílů, ocelových konstrukcí, odlitků z oceli a litiny a podobně. Dále tento závod zajišťuje montáž, údržbu a opravy elektrických strojů a zařízení, údržbu staveb a žáruvzdorných vyzdívek hutních a koksárenských zařízení. Dále je závod schopen provádět diagnostická měření, nedestruktivní zkoušky a kalibrace přístrojů, pro které má akreditace.

ArcelorMittal Energy Ostrava s.r.o.

Je závodem, který se zabývá průmyslovou energetikou, se zaměřením na hutní průmysl. Konkrétně je zaměřen na vodní a tepelné hospodářství, plynárenství, výrobu technických plynů a další.

Historie společnosti

Historie společnosti se píše od roku 1942, kdy Vítkovické železárny potřebovaly z důvodu nedostatečné kapacity jejich výrobních závodů vystavět další provoz. V těchto letech se však ještě neuvažovalo o plnohodnotné hutní výrobě s vysokými pecemi a dalšími navazujícími provozy. O tomto se rozhodlo mezi lety 1947 až 1948. V roce 1951, a to konkrétně 31. prosince, došlo k odloučení těchto provozů a k přejmenování společnosti na Novou huť Klementa Gottwalda. V letech 1951 až 1958 se již v podniku nacházely provozy jako koksárenské baterie, vysoké pece včetně licího stroje, siemens-martinské pece, hlubinné pece, blokovna, válcovna trub, slévárna šedé litiny a další. Mezi léty 1958 až 1961 došlo k rozšíření kapacit pro produkci surovin jako koks a surové železo. Dále byly postaveny provozy pro následné zpracování těchto výše zmíněných produktů a byly vytvořeny výrobní kapacity pro výrobu kol a další významné závody. Od roku 1967 do roku 1985 se modernizovaly martinské pece na tandemové a byly investovány finance do centrální kyslíkárny a koksárenské baterie. V roce 1989 došlo k přejmenování podniku na Nová huť, státní podnik a ve výrobě se začalo přecházet z odlévání ingotů na kontinuální lití oceli. Mezi léty 1993 až 1999 byl postupně dokončen přechod z odlévání do ingotů na kontiliti a byla vystavěna nová válcovna. V letech 2003 až 2007 došlo k privatizaci, společnost několikrát změnila svůj název a dále se vyvíjí až do dnešní podoby.

1.2. Vítkovice steel (Vítkovické železárny)



Obr. č. 2 Vítkovice (zdroj [6])

Jedná se o výrobní podnik těžkého strojírenství umístěný v městské zástavbě v Ostravě -Vítkovících. V současné době je oblast Vítkovických železáren rozdělena mezi několik vlastníků. Prvním z nich jsou Vítkovice a.s. a těm patří větší část výrobních kapacit. Objekty ocelárny a válcovny patří samostatné společnosti Evraz Vítkovice Steel a.s. Třetím vlastníkem výrobního objektu jsou Třinecké železářny a.s., které vlastní Válcovnu trub. Objekty vysokých pecí a některých dalších provozů následného zpracování surového železa byly odstaveny z provozu. Některé z nich dnes slouží jako muzeum.

Historie Vítkovických železáren

Historie Vítkovických železáren se začíná psát od roku 1828, kdy olomoucký arcibiskup Rudolf rozhodl o výstavbě vysokých pecí. Ty měly dodávat surové železo pro následné zpracování do Frýdlantu. Jejich poloha byla velice výhodná, protože v okolí se nacházely bohaté uhelné doly a řeka Ostravice. Dalším velice významným milníkem pro Vítkovické železářny se stal rok 1835, kdy začal postupně přebírat vlastnictví Salomon Mayer Rothschild a v roce 1843 už byl jejich jediným vlastníkem. Pod Rothschildovým vedením se železárnám velmi dařilo a v roce 1836 byla zprovozněna první vysoká pec, která používala k výrobě surového železa koksu. Záhy poté, a to konkrétně v roce 1843, byla zprovozněna druhá vysoká pec. V této době zažívá velký rozmach železnice, která podminila, že hlavní sortiment výroby tvořily kolejnice, drobné kolejivo, výhybky, mosty a další součásti spojené s tímto odvětvím. Další dvě vysoké pece byly postaveny v letech 1856 a 1872. Železářny byly majetkem Rothschildů až do roku 1873, kdy došlo ke spojení s obchodním domem Gutmannů a vznikla Vítkovická hornická a hutnická společnost. Na přelomu 19. a 20. století se do výrobního programu dostala i výroba pro zbrojní průmysl, a to například výroba pancéřových desek pro lodě, začaly se zde vyrábět vysokotlaké ocelové lahve, ozubená kola a další. Během druhé světové války je celá výroba přeorientována pro účely německé armády. Tím se staly železářny významným vojenským cílem a dne 29. srpna 1944 byly vybombardovány. Po tomto náletu se již nepovedlo do konce války obnovit objem výroby z prvních válečných let. Po skončení druhé světové války došlo na území tehdejšího Československa k znárodňování majetku a Vítkovické železářny přešly do majetku státu. V této době došlo k dalšímu rozšiřování výroby například na součásti pro jaderná zařízení. V roce 1998 zde došlo k postupnému odstavování vysokých pecí a na přelomu tisíciletí k postupnému rozprodávání železáren do soukromých rukou.

1.3. Třinecké železářny



Obr. č. 3 Letecký pohled na Třinecké železářny (zdroj [8])

Třinecké železářny a.s. jsou hutním podnikem, specializujícím se na výrobu dlouhých ocelových válcovaných výrobků.

Historie firmy

Město Třinec, ve kterém dnes železářny mají své sídlo, bylo původně zemědělskou oblastí. Z důvodů nevalné kvality zdejší půdy, velkých rozloh lesů, blízkosti řeky Olše a četných nalezišť nerostných surovin nutných pro výrobu surového železa, byla v letech 1836 až 1839 vystavěna dřevouhelná pec. Další velice významný rozmach zažily tyto železářny v roce 1871, kdy byly připojeny železnicí na takzvanou Košicko-bohumínskou dráhu a mohly být dopravovány velice důležité suroviny, jako rudy nebo uhlí z Ostravsko-karvinských dolů. Zároveň byl i zajištěn snadný odvoz již hotových výrobků. Tehdejší sortiment zahrnoval například kuchyňské pece, lité nádoby, ploty a další předměty. V období druhé světové války železářny patřily Polsku, které si již dříve nárokovaly území, na kterém byla továrna vystavěna. Po obsazení Polska připadlo toto území včetně železáren Německu. Během druhé světové války nebyly tyto železářny nijak významně

poškozeny. Po skončení druhé světové války si Polsko opětovně nárokovalo území Českého Těšína a Třinecka, ale opětovně neuspělo. V roce 1946 přešel podnik v rámci znárodnování majetku do vlastnictví Československého státu. V období socialismu byl kladen velký důraz na hutní výrobu, a tak i Třinecké železářny zažívaly velký vzrůst, který vrcholil v 80. letech 20. století, což se projevilo zaváděním nových technologií do výroby. Byly to například vybudování kyslíkové konvertorové ocelárny s kontilitím. V roce 1991 byly Třinecké železářny převedeny na akciovou společnost a akcie byly postupně prodávány společnosti Moravia Steel a.s., která je od roku 1996 majoritním vlastníkem.

1.4. Výrobní schéma v rámci Třineckých železáren a.s.

Koksochemická výroba

Koks pro potřeby vysokých pecí je v Třineckých železárnách a.s. vyráběn ve dvou koksárenských bateriích s takzvaným pěchovaným provozem. Ročně se v těchto bateriích vyrobí zhruba 700 tisíc tun koksu. Uhlí pro tyto baterie je dodáváno z Ostravsko-karvinského revíru a je dopravováno po železnici. Koksárenský plyn vznikající při výrobě koksu je odsířen a dále využíván v Třineckých železárnách a.s., například na vytápění samotných koksárenských baterií. Vedlejší produkty získané z koksárenského plynu, jako dehet, benzol a podobně, jsou zachytávány a dále využívány.

Výroba surového železa- aglomerace

Aglomerace zajišťuje přípravu vsázky do vysokých pecí a kyslíkových konvertorů. Ročně se vyrobí kolem 2,7 milionu tun aglomerátu. Vstupním materiálem je železná ruda z Ruska a Ukrajiny, dolomit, vápenec, prachový koks a odpady z Třineckých železáren.

Výroba surového železa- vysoké pece

Surové železo se v Třineckých železárnách vyrábí ve dvou vysokých pecích s bezzvonovou sazebnou. Ročně se v těchto pecích vyrobí 2,1 milionu tun surového železa. To je následně dopravováno do ocelárny. Část surového železa je spotřebována ve slévárnách. Struska z vysokých pecí je granulována a následně využívána například v silničním a železničním stavitelství, stavebnictví a podobně. Vysokopecní plyn je zachytáván a využíván k vytápění hutních agregátů.

Ocelářská výroba

Ocelárna v Třineckých železárnách je vybavena dvěma konvertory, každý s kapacitou 180 tun. Ročně se v těchto konvertorech vyrobí kolem 2,4 milionu tun oceli. Jako surovina se používá vysokopeční surové železo a šrot. Dále je tato ocel zpracovávána ve dvou zařízeních pro kontinuální lití. Ocelárna je dále vybavena třemi elektrickými obloukovými pecemi a kesonem pro vakuování oceli v pánvi. Ročně se na tomto zařízení vyrobí 40 tisíc tun oceli.

Válcovna předvalků a profilů-Blokovna a vratná trať

Na tomto pracovišti se vyrábějí kolejnice, profily tvaru I a U, příslušenství pro železniční svršek a podobně. Jako výchozí materiál se používá kontislitky nebo ingotů, které jsou ohřívány v krokové nebo hlubinné peci. Na konci této trati je umístěna rovnačka kolejnic a profilů, zařízení pro ultrazvukové měření vnitřních vad a laserové měřidlo pro měření přímosti a rozměrů kolejnic. Ročně se takhle na blokovně zpracuje asi 950 tisíc tun materiálu a na vratné trati přibližně 280 tisíc tun materiálu.

Válcovna předvalků a profilů- Střední trať

Na této trati je vyráběna kruhová a čtvercová ocel v tyčích, pružinová ocel, důlní kolejnice a další výrobky. Kapacita výroby na této trati činí kolem 150 tisíc tun ročně.

Válcovna drátu a jemných profilů- Kontijemná trať

Trať je využívána pro výrobu kruhové oceli v tyčích a svtcích, ploché a betonářské oceli. Jako polotovar pro tuto trať se používají kontislitky a sochory z vratné tratě. Ty se ohřejí na příslušnou teplotu v krokové peci, následně jsou z nich ostříknuty okuje vzniklé zahříváním, a pak probíhá vlastní válcování. Poté se vývalky nadělí a sváží. Velká část těchto výrobků se ještě tepelně a povrchově upravuje a provádí se na nich kontrola vnitřních i povrchových vad. Takto na této trati může být ročně vyrobeno až 550 tisíc tun vývalků.

Válcovna drátu a jemných profilů- Kontidrátová trať

Na trati, jak již z názvu vyplývá, se vyrábí dráty o průměru 5,5 až 20 milimetrů. Jako polotovar se stejně jako v předchozím případě využívají kontislitky a sochory ohřívané v krokové peci, které se následně válcují do požadovaného tvaru. Válcovací rychlost na této lince je 105 metrů za sekundu. Roční kapacita této tratě je 825 tisíc tun drátu.

Sochorová válcovna Kladno

Tento provoz se nenachází přímo v areálu železáren v Třinci, ale nachází se v Kladně. Do skupiny Třineckých železáren patří od roku 2002. V tomto provozu jsou zpracovávány ingoty válcováním do tyčí kruhového a čtvercového průřezu. Kapacita výroby na tomto provozu je 300 tisíc tun materiálu za rok.

Tažírna oceli

Tento provoz nemá opětovně sídlo v Třinci, ale sídlí v Starém Městě u Uherského Hradiště. Na rozdíl od předchozích provozů zpracovávajících ocelový materiál za tepla, tento provoz zpracovává ocel za studena. Polotovary se zde nejprve mechanicky odkují, pak následuje vlastní tažení, dělení, rovnání, hlazení, srážení hran, frézování čel, nedestruktivní kontrola a svazkování. Vyrábí se zde ocel kruhového, šestihranného a čtvercového průřezu. Výrobní kapacita tohoto provozu činí 70 tisíc tun profilů za rok.

Univerzální trať Bohumín

Trať patří k Třineckým železárnám od roku 2002 a má sídlo v Bohumíně. Na této trati se vyrábějí pásnice ploché a široké oceli o šířkách 150 až 750 milimetrů a tloušťkách 5 až 60 milimetrů. Kapacita tohoto provozu činí až 60 tisíc tun za rok.

Druhotné suroviny

Toto oddělení Třineckých železáren se stará o nakládání s odpady vzniklými převážně při výrobě surového železa a oceli. Jedná se především o vysokopecní a ocelářské strusky, hutní suť, vysokopecní a konvertorové kaly. Také zpracovává strusku, která byla již dříve uložena na haldě. Tyto odpady jsou zpracovávány a znovu vráceny do výrobního procesu Třineckých železáren, nebo jsou prodány externím odběratelům, z velké části ze stavebního průmyslu. Hlavními produkty tohoto oddělení je umělé hutní kamenivo, granulovaná vysokopecní struska, Fe korekce, kovové a kovonosné přísady a směs umělých kameniv. Toto zajišťuje železárnám menší finanční ztráty ve výrobě a menší zátěž na životní prostředí.

Válcovna trub Vítkovice

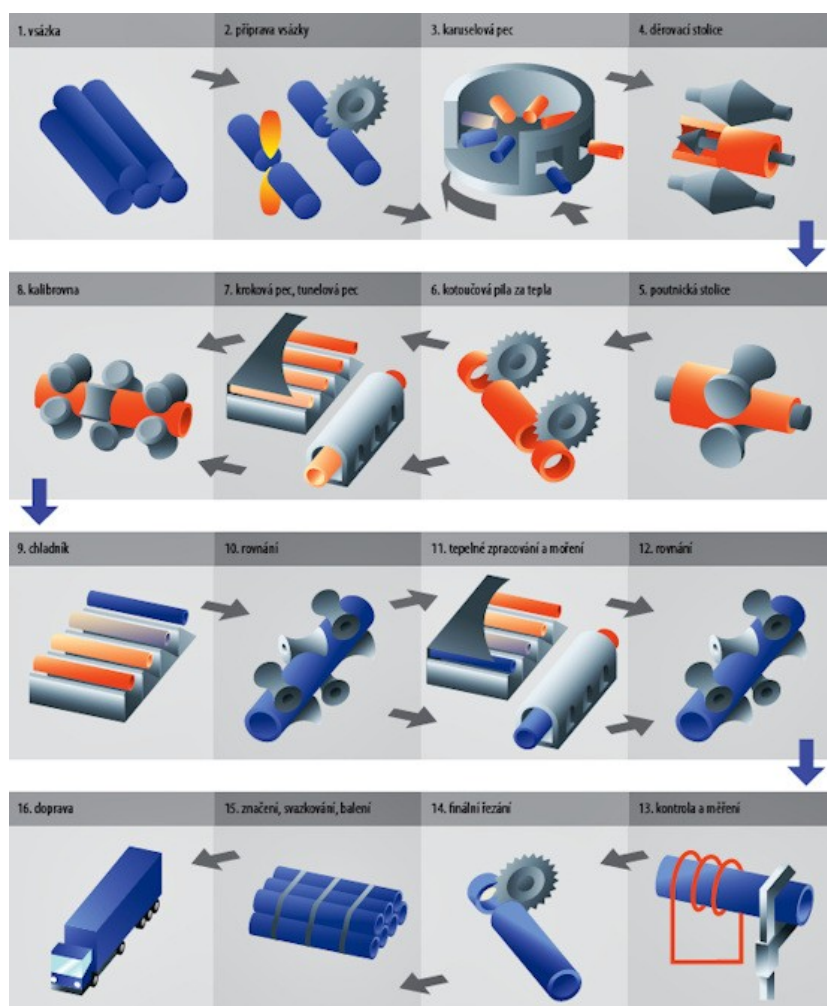
Válcovna trub patří do skupiny Třinecké železárně - Moravia Steel od roku 2005 a vyrábí bezešvé trubky. Trubky se zde vyrábějí na dvou takzvaných Mannesmannových tratích. Trubky vyrobené na těchto tratích mají vnější průměr 60,3 až 406,4 milimetrů

a tloušťku stěny 6,3 až 60 milimetrů a jsou standardizované pomocí norem ČSN, DIN, ASTM, GOST, NFA, API a podobně. Samozřejmostí je moření a tepelné zpracování. Využití mají tyto výrobky například ve výstavě ropovodů, plynovodů, výrobě energetických zařízení, chemickém a automobilovém průmyslu a stavebnictví. Roční kapacita tohoto provozu činí 100 tisíc tun legovaných i nelegovaných trubek.

Historie výroby bezešvých trubek

První trubka vyrobená v tomto provozu byla vyrobena v roce 1883. Tato trubka nebyla vytvořená jako bezešvá, ale byla svařená v plynové peci. První skutečně bezešvou trubku vyrobil tento provoz v roce 1896 takzvaným Erhadtovým způsobem a v roce 1908 zahájila provoz i Stifelova trať. Mezi léty 1918 a 1919 byla postavena Mannesmanova trať, která je v provozu dodnes. Princip Mannesmannovy tratě objevili dva bratři Reinhard a Max Mannesmann a nechali si jej v roce 1885 patentovat. První takto vyrobená trubka měla rozměry 68 x 5 milimetrů a byla 4 metry dlouhá.

Postup výroby bezešvých trubek Mannesmanovým způsobem



Obr. č. 4 Schéma výroby bezešvé trubky (zdroj [14])

Popis obrázku č. 4

1. Vsázka - jako vsázka se používají ingoty

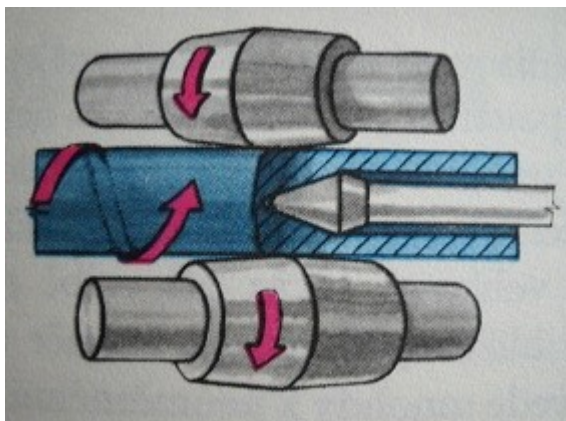
2. Příprava vsázky - před vlastním válcováním je třeba polotovary upravit. Zejména je nutné odstranit veškeré povrchové vady. To může být provedeno pomocí pneumatického vysekávání, broušení, soustružení, nebo plamenem. Čištění pomocí plamenu se provádí plamenem ze spáleného acetylenu nebo koksárenského plynu. Tato metoda je velice levná.

3. Karuselová pec- využívá se pro ohřev polotovarů. Tvarově tato pec je kruhová a pro její konstrukci bývá použit šamot, žáruvzdorný beton a podobné materiály. Polotovary se do ní vkládají dveřmi pro vsázku na otočný podstavec umístěný na kolejnici. Otáčení tohoto podstavce zajišťuje elektromotor. Rychlost jeho otáčení se řídí podle požadované teploty, na kterou chceme polotovary do ní umístěné zahřát a rychlosti ohřevu na danou teplotu. Tyto pece jsou zpravidla vytápěné plynem nebo topným olejem. Jejich velká výhoda je v relativně malém prostoru potřebném k obsluze pece. Ta vyplývá z toho, že materiál je nesen na kruhovém podstavci a otvor pro vsázku a pro odběr zahřátých polotovarů je velice blízko sebe. Někdy lze také použít stejný otvor pro vsázku a pro odběr materiálu.



Obr. č. 5 Karuselová pec (zdroj [14])

4. Děrovací stolice (Mannesmann)- Výroba bezešvých trubek Mannesmannovým způsobem patří k nehojněji používaným. Princip výroby spočívá v tom, že mezi dva válce, které jsou vůči sobě úhlově posunuty, se zavede ohřátý ingot. Ten díky tomuto úhlovému posunutí vykonává šroubový pohyb a je vtlačován na trn, který v ingotu vytváří dutinu. Úhlové posunutí těchto válců nebývá velké, zpravidla 3 až 7 stupňů. Při změně válcovaného průměru se nemění úhel mezi válci, ale válce se jen posunou. Viz obr.

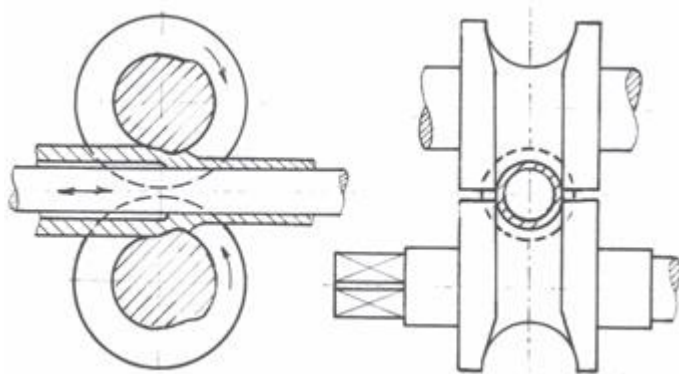


Obr. č. 6 Princip děrování (zdroj [2])



Obr. č. 7 Výroba trubky (zdroj [14])

5. Poutnická stolice- na tomto pracovišti dochází k další redukci vnitřního a vnějšího průměru. Válcování opětovně probíhá na trnu, který je zasunut do otvoru vzniklého na Mannesmannově děrovacím stroji. Tento trn má shodný průměr, jako je vnitřní průměr budoucí trubky. Délka je úmyslně větší, než je délka předděrovaného polotovaru. Je to z důvodu prodlužování vyráběné trubky při zmenšování tloušťky stěny trubky. Viz obr.



Obr. č. 8 Poutnická stolice (zdroj [15])

6. Kotoučová pila za tepla- zde dochází k odstranění nerovných konců po válcování.

7. Kroková pec, Tunelová pec- při této operaci dochází k ohřátí trubky před dalším zpracováním. Krokové pece jsou velice vhodné pro předehřev těchto výkovků. Jako palivo pro jejich vytápění se může použít těžký olej nebo plyn. Tyto pece mají řadu výhod. Jednou z nich je jejich vysoký výkon. Mezi menší nevýhodu by se dala zařadit vyšší spotřeba paliva a vyšší počáteční investice. Pohyb předehřívané součásti v peci je přerušovaný a může být zajištěn pomocí hydrauliky nebo elektromotorů. Při posunu předehřívané součásti do další polohy se tato součást nadzvedne a posune. Tunelové pece vypadají obdobně jako pece krokové. Rozdíl mezi těmito pecemi spočívá v pohonu ohřívané součásti v peci. U této pece je pohyb součásti zajištěn pomocí pásu, na který se ukládá ohřívaná součást. Ten samozřejmě musí být vyroben z nehořlavého materiálu. Součást tak může být v peci dopravovaná nepřetržitým pohybem.

8. Kalibrovna

9. Chladník

10. Rovnání

11. Tepelné zpracování a moření-

12. Rovnání

13. Kontrola a měření

14. Finální řezání

15. Značení, svazkování, balení

16. Doprava

Příklad výrobního sortimentu Válcoven trub (zdroj [14])

Norma	Rozsah vnějších průměrů (mm)	Rozsah tloušťek stěn (mm)
ANSI/ASME B 36.10M 1985	60,3-406,4	6,35-40,49
DIN 2448/81	60,3-406,4	6,3-60
ČSN ISO 4200	60,3-406,4	4,5-60
ČSN 42 5715, ČSN 42 5715	60,3-406	4,5-36
VN 42 0256	60,3-377	14-60

Kromě těchto v tabulce zmíněných trubek vyrábí válcovna i trubky pod různými obchodními označeními, např. Casing, Line Pipe a podobně.

2. Použité metody technické diagnostiky

2.1. Metoda MMM

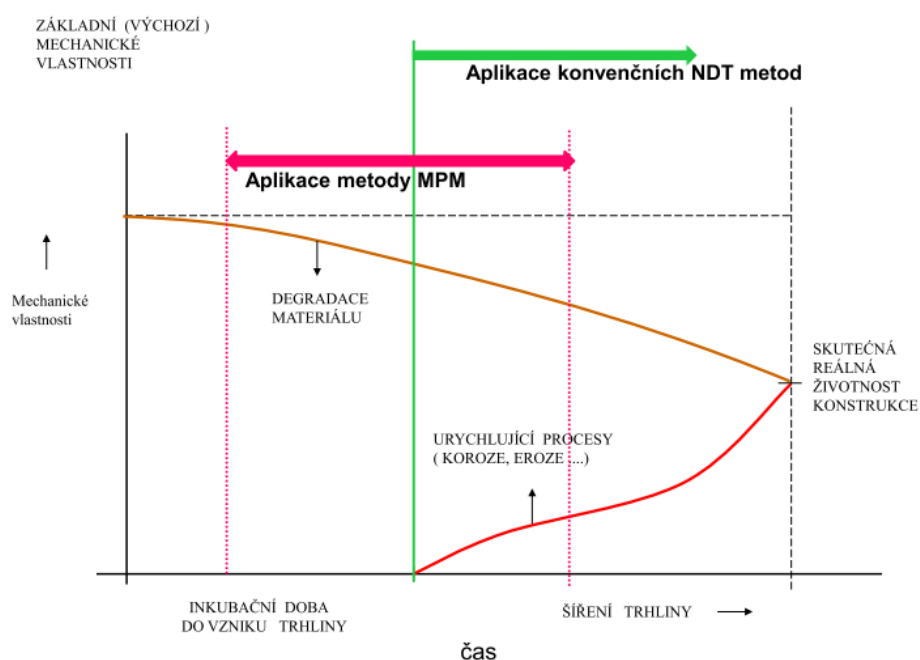


Obr. č. 9 Měřicí přístroj metody MMM (zdroj [11])

Každý materiál vyrobený v magnetickém poli Země získává ihned jisté magnetické vlastnosti. Tyto vlastnosti se během výrobních procesů, při kterých se vytváří součástka (např. tváření, svařování), mění. Další změna tohoto pole probíhá provozním zatěžováním této součástky. Tím vznikají v materiálu takzvané zóny s koncentrací napětí (SCZ-Stress Concentration Zones). Principem této metody je tedy scanování tohoto magnetického pole těsně nad povrchem materiálu. K tomuto se využívá vozíček s upevněnými sondami a elektronikou pro zesílení a digitalizaci signálu, zobrazovací a vyhodnocovací přístroj. Velikou předností této metody je její citlivost. Metoda umí odhalit i vady konvenčními metodami technické nedestruktivní diagnostiky (např. ultrazvuk) nezjistitelné. Rozsah použití těchto přístrojů je široký. Dá se využít pro tlakové zásobníky, kotle, hřídele, koleje, svařované konstrukce, veškeré potrubní systémy, a to i ty, které jsou v zemi. Zde platí jen omezení, že tyto potrubí mohou být pouze 1 až 2 metry pod povrchem země. Tuto inspekci je možno provádět i za provozu zařízení a není nutné nějak upravovat povrch součástí. Mezi omezení použití této metody patří její nemožnost aplikace na uměle zmagnetizované předměty a předměty nemagnetické a citlivost této metody na externí magnetická a elektrická pole vzniklá například při svařování elektrickým obloukem.

Kalibrace přístroje

Před začátkem měření je nutné měřidlo kalibrovat. Kalibruje se v magnetickém poli Země natáčením sond ve dvou až třech osách pravouhlého souřadného systému podle toho, zda měření bude probíhat pomocí dvou nebo tříosé sondy. Jelikož pro řešení této bakalářské práce byly použity sondy dvouosé, popíšu kalibraci dvouosou. Tříosá kalibrace by se prováděla obdobně. Pro označení os použiji označení x , pro osu, která bude rovnoběžná se zemským povrchem a y , která bude kolmá na zemský povrch. Nejprve je nutné kalibrovat kladné hodnoty. To znamená, že měřící čidla natočíme tak, aby směřovaly od povrchu Země. Na měřicím přístroji vybereme osu y a provedeme kalibraci. Po kalibrování kladných hodnot je nutné kalibrovat i záporné hodnoty. To se provede otočením sondy tak, aby čidla směřovala k povrchu Země. Následně se na měřicím přístroji stiskne příslušné tlačítko a provede se kalibrace. Obdobným principem se kalibruje i osa rovnoběžná s povrchem Země. Opětovně se nejdříve kalibrují kladné hodnoty. Na přístroji je nutné vybrat osu x a provést kalibraci. Poté je nutné samozřejmě sondu otočit a kalibrovat hodnoty záporné. Pro ověření, zda byla kalibrace provedena správně, se sonda umístí do volného prostoru, ve kterém na ni nebude působit žádné nežádoucí magnetické pole a provede se kontrolní měření. Bude-li kalibrace provedena správně, bude přístroj ukazovat hodnoty magnetické intenzity v řádech jednotek maximálně desítek A/m. Byla-li kalibrace provedena chybně, tak se tyto hodnoty budou pohybovat v řádech stovek, tisíců a podobně.



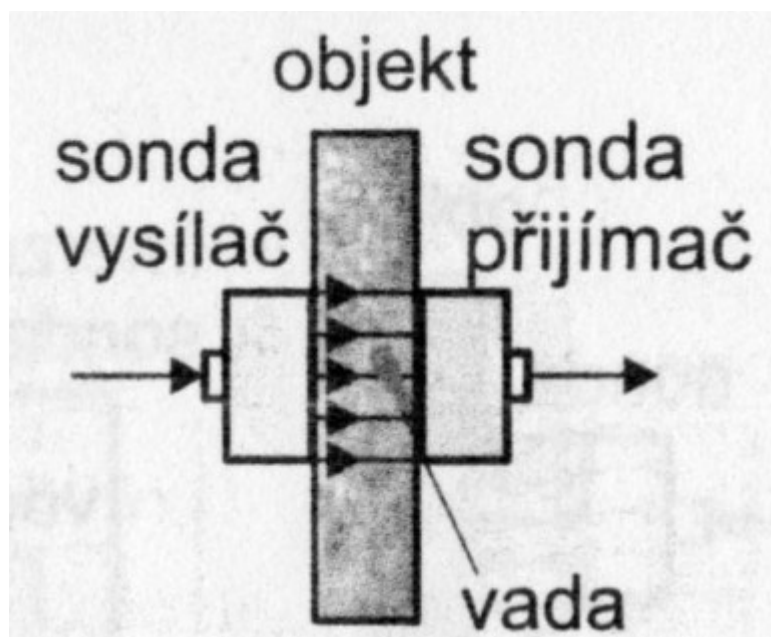
Obr. č. 10 Aplikace metody MMM (zdroj [11])

Další metody nebyly z různých důvodů nasazeny při měření vnitřních poruch válců. Uvádím je zde pouze pro informaci o možnosti jejich použití pro účely detekce vnitřních vad.

2.2. Metody ultrazvukové defektoskopie

Tyto metody využívají pro detekci a vyhodnocování vnitřních necelistvostí zvukových signálů. Jedno ze základních rozdělení těchto metod je podle frekvenčního rozsahu měření na měření v oblasti pro člověka slyšitelných frekvencí a měření v oblasti pro člověka neslyšitelných frekvencí. V oblasti neslyšitelných frekvencí se výhradně užívá frekvencí nad horní hranicí slyšitelnosti lidského ucha, tedy 20 kHz. Zpravidla se používá frekvencí od 100 kHz do 50 MHz. Výjimečně se lze setkat i s měřeními za pomoci frekvencí až 200 MHz. Další hledisko dělení akustických metod je na aktivní a pasivní měření. Při použití aktivních metod měření snímáme zvuk emitovaný přímo měřeným objektem. Při použití pasivních metod je nutné do měřeného objektu vyslat akustický signál. Pro účely nedestruktivní technické diagnostiky se výhradně používá pasivních ultrazvukových metod. Velkou výhodou těchto metod je jejich jednoduchost a měření těmito metodami pro člověka nepředstavuje žádné nebezpečí. Princip těchto metod spočívá v měření doby průchodu ultrazvukového signálu zkoumaným předmětem.

Ultrazvuková metoda průchodová



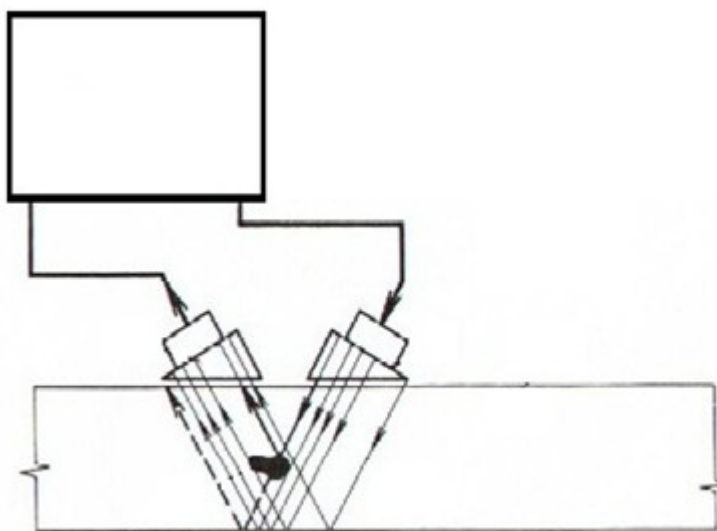
Obr. č. 11 Metoda průchodová (zdroj [5])

Při detekci vnitřních vad pomocí této metody se na jednu stěnu zkoumaného předmětu přiloží vysílač ultrazvukového signálu a na protější stěnu jeho přijímač. Ultrazvukový signál procházející materiálem má tu vlastnost, že narazí-li na nehomogenitu v materiálu a tudíž se změní i podmínky šíření ultrazvukového signálu, signál materiálem je částečně nebo úplně pohlcen a nebude tedy zachycen na přijímači. Tato metoda má ale jednu nevýhodu. Je bezpodmínečně nutné mít přístup na protilehlé stěny součásti, což například u tlakových nádob představuje neřešitelný problém.

Ultrazvuková metoda odrazová

Při použití této metody k detekci vnitřních vad se používá pouze jedna sonda, která je vysílačem a zároveň i přijímačem ultrazvukového signálu. Princip této metody spočívá ve vyslání ultrazvukového signálu do materiálu. Tento signál se při průchodu materiálem odrazí od první hrany, na kterou narazí a postupuje zpět do přijímače. Tyto hrany můžou například tvořit trhliny, vměstky a podobné poruchy materiálu. Jelikož se zde opětovně pracuje s ultrazvukovým signálem, který člověka neohrožuje na zdraví a životě, tak se jedná o metodu velice bezpečnou a jednoduchou.

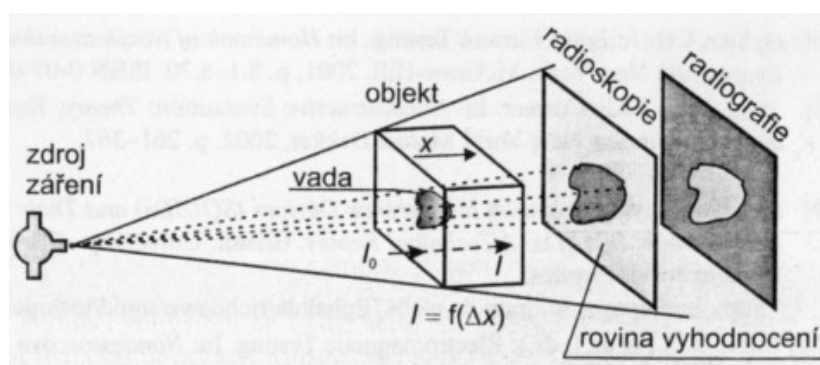
U obou těchto metod je bezpodmínečně nutné odstranit mezi sondou a materiálem vzduchovou mezeru. Pro tyto účely se na zkoumaný materiál nanáší gel.



Obr. č. 12 Metoda odrazová (zdroj [1])

2.3. Metoda prozařovací- Rentgen

Metoda je založena na schopnosti záření s krátkou vlnovou délkou pronikat materiálem. Na rozdíl od metod používajících k detekci vnitřních vad ultrazvuku se zde neměří doba průchodu signálu měřeným materiálem, ale vyhodnocení probíhá na principu úbytku energie rentgenového záření. Toto záření se po průchodu materiálem zachycuje na citlivou vrstvu fotografického filmu. Tento úbytek energie přímo souvisí s hustotou materiálu, jímž záření prochází. Čím má materiál vyšší hustotu, tím je úbytek vnitřní energie větší. Naopak má-li materiál menší hustotu, například trhlina, záření se téměř nezeslabí. Na snímku se pak projevují tyto trhliny jako tmavší místa. Velmi podstatnou nevýhodou tohoto způsobu měření je fakt, že pro detekci vnitřních vad je nutná přítomnost vysokofrekvenčního vlnění a toto vlnění může být ve větší míře pro člověka nebezpečné.



Obr. č. 12 Rentgen (zdroj [5])

3. Základní systémy údržby

Údržba po poruše

Tento systém patří k nejstarším, a co se týče nároků na diagnostické přístroje k nejméně náročným. U tohoto systému se totiž nediodnostikuje nic a opravuje se až při poruše. To ovšem sebou nese řadu nevýhod. První velkou nevýhodou nemožnost předvídání stavu stroje a tudíž nemožnost plánování odstávek. Další velkou nevýhodou je reálné riziko poškození dalších částí stroje, nebo zranění osob nacházejících se v okolí stroje při poruše jedné součástky. To samozřejmě přináší další náklady nutné na opravu. Snažou se tento systém z provozů vytlačit a nahradit modernějšími.

Preventivní údržba

V současné době se jedná o jeden z nejpoužívanějších systémů údržby. Princip preventivní údržby spočívá v pravidelných odstávkách stroje. Tyto odstávky se plánují podle času, kdy stroj pracoval (například podle takzvaných odpracovaných „motohodin“). Tento způsob údržby bere v potaz průměrnou délku životnosti jednotlivých součástek a je-li plán dobře sestaven, může relativně spolehlivě vystihovat životnost součástek. Velkou nevýhodou tohoto systému je, že nereaguje na různé proměnlivé faktory ve výrobě, které ovlivňují životnost stroje. Z toho vyplývá, že mnohdy se vyřazují z provozu součástky, které ještě nejsou na hranici své životnosti a mohly by ještě dále být provozovány. Oproti způsobu opravy po poruše tento způsob relativně dobře eliminuje riziko neplánovaných odstávek díky havárii stroje.

Prediktivní údržba

Při tomto způsobu údržby se na stroj nasazují prostředky technické diagnostiky pro určení stavu stroje. Používané metody technické diagnostiky jsou nasazovány on-line nebo off-line a mají za úkol co nejpřesněji predikovat zbytkovou životnost zařízení. Pak je možné naplánovat a provádět potřebné opravy. Ty se provádějí pokud možno těsně před koncem životnosti dané součástky. Jelikož osoba provádějící diagnostiku dokáže velmi často určit, které součástky jsou na stroji poškozeny, lze si je předem nakoupit nebo vyrobit. U tohoto plánování se nemusíme omezovat jen na daný stroj. Při správné spolupráci lze naplánovat odstávku nejen na daném stroji, ale i na strojích navazujících. Toto ušetří čas a zmenší ztráty způsobené postupným odstavováním strojů, a tím mnohdy i celé výrobní linky. Při správném nasazení této metody se téměř až odstraní riziko neplánovaných odstávek díky haváriím na zařízení. Velkou nevýhodou této metody jsou

relativně vysoké náklady na pořízení potřebných diagnostických přístrojů a aplikaci do výrobního procesu. Toto bohužel dost často odrazuje firmy od nákupu diagnostických zařízení

Proaktivní údržba

Tento systém se zakládá na principech prediktivní údržby. Jediný rozdíl je, že diagnostická zařízení jsou na stroji namontovaná již z výroby. To sebou nese značné snížení nákladů na pořízení. Většinou je jednodušší a levnější si nechat na stroj aplikovat diagnostické přístroje již ve výrobě, než je na stroj později dodělávat.

Současný stav údržby na Mannesmanově děrovacím stroji

V současné době se údržby na Mannesmanově děrovacím stroji provádí preventivním způsobem. To znamená, že jsou dány přesné intervaly, po kterých dojde k odstávce a provádí se na tomto zařízení údržba. Tato údržby se dělí na:

Plánovaná údržba:

Dekádní prohlídka- tato prohlídka se provádí po deseti dnech činnosti zařízení. V této prohlídce se namažou veškerá mazací místa, která jsou napojená na centrální mazací systém. Dále se na zařízení provede vizuální kontrola všech částí stroje.

Kampaň- tato prohlídka se provádí po dvacetidenním provozu linky. Při této prohlídce dochází k částečnému rozebrání stroje, jeho vizuální kontrole a výměně některých částí, jako například válců. Ty se posléze kompletně rozeberou, prohlédnou, dojde na nich k úpravě válcovacích ploch, rozebrání, kontrole a případné výměně ložisek a k dalším operacím nutným k zajištění bezproblémového chodu stroje.

Neplánovaná údržba

Havarijní údržba- tato údržba se provádí pouze tehdy, dojde-li na stroji k události, která vylučuje jeho další provoz. Například se toto může týkat právě prasklých válců.

Provozní údržba- tato údržba se provádí pouze tehdy, dojde-li k předčasnému opotřebení některých součástí stroje a výrobky vyráběné na tomto stroji nesplňují

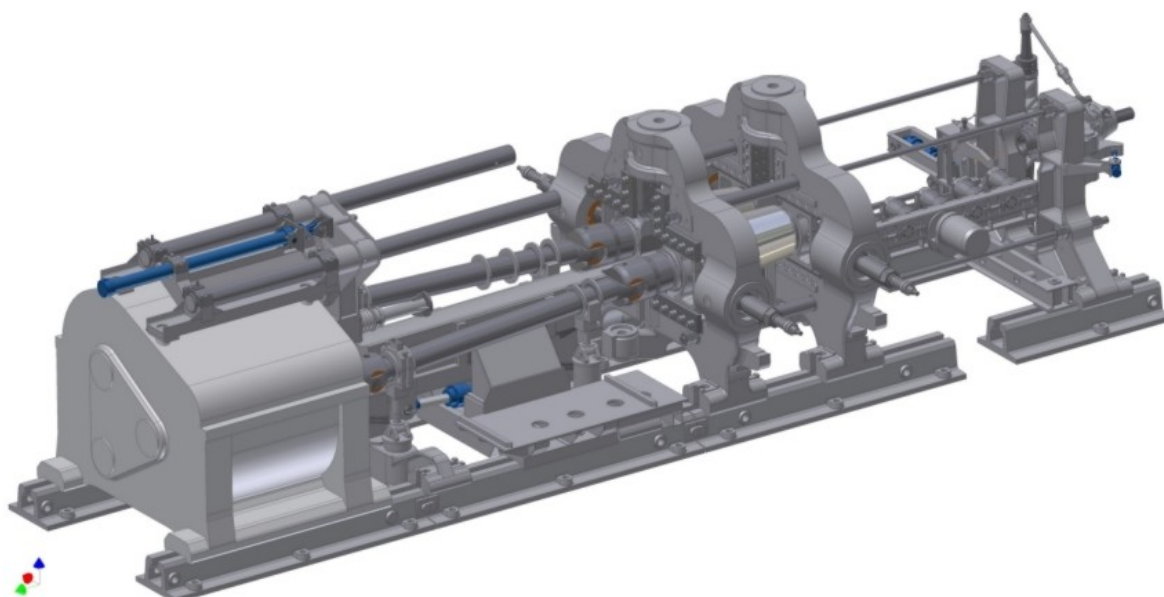
tolerance. Například se zde může jednat o předčasně opotřebovanou pracovní plochu válců.

4. Popis konkrétního problému

Na děrovací stolici Velký Mannesmann válcovny trub Třinecké železářny a.s., dochází k šíření trhliny a následnému prasknutí válce vtlačujícího ohřátý ingot na trn. Úkolem řešeným v této bakalářské práci je aplikace metod technické nedestruktivní diagnostiky k odhalení válců s vnitřní vadou, která by mohla způsobit destrukci válce a následně vyřazení celé linky z provozu. Měření probíhalo na nové sadě válců. Ta měla sloužit jako referenční vzorek, protože lze předpokládat, že na této sadě vady nebudou. Další měření probíhalo na válcích připravených pro repasi, nebo po repasi, po jednadvacetidenní kampani. V případě nadměrného vnitřního poškození by se již tyto válce nerepasovaly, ale rovnou vyřadily. Měřilo se v místě, ve kterém v minulosti docházelo k výskytu prasklin, to znamená v místě ložiska. Pro toto měření bylo použito měřidlo Tyl 5 od společnosti Energo diagnostika Moskva. Podrobnější náčrt měření bude uveden dále.



Obr. č. 13 Válec po destrukci (zdroj [14])



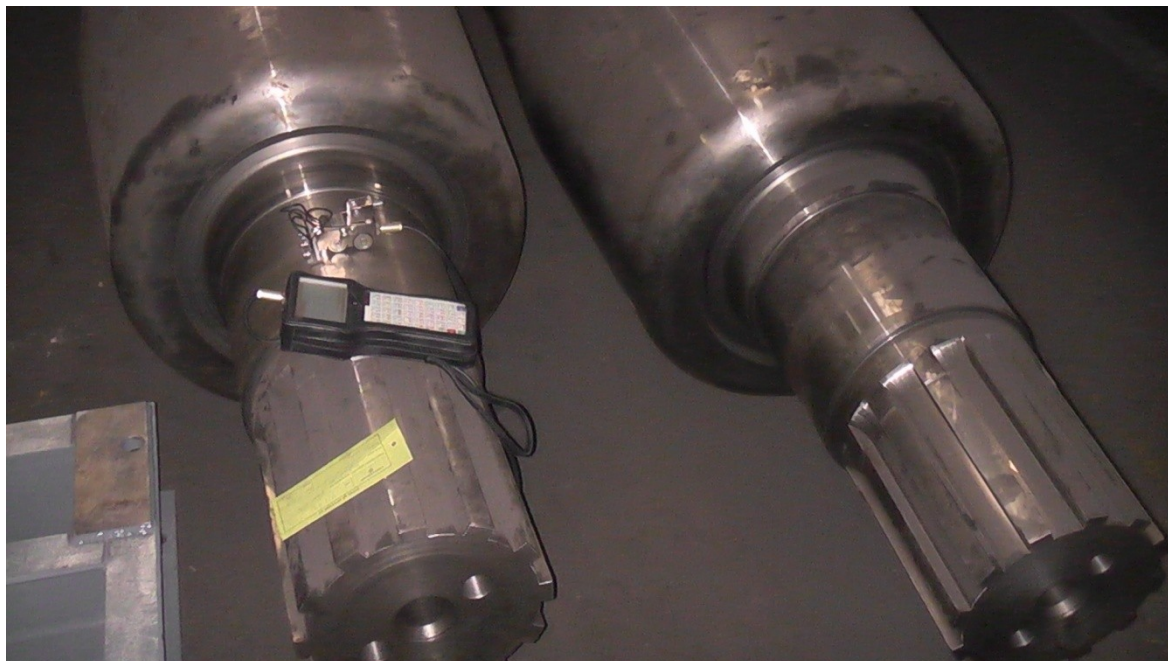
Obr. č. 14 Schéma Mannesmannova děrovacího stroje (zdroj[10])



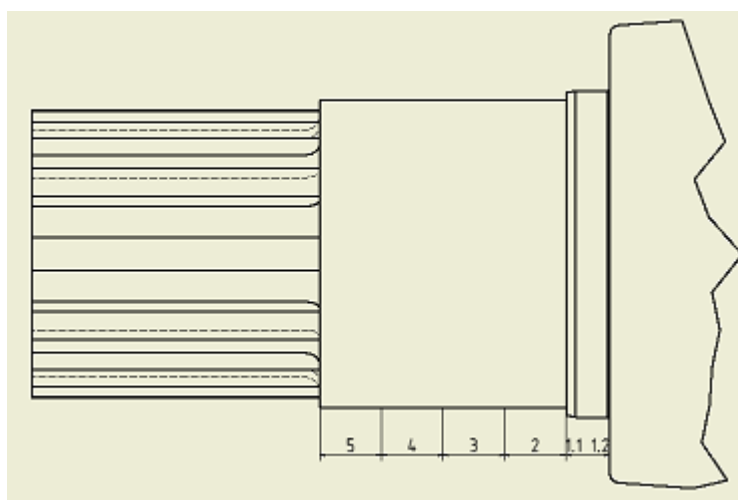
Obr. č. 15 Válec s měřicím přístrojem

5. Schéma měření, naměřené hodnoty a hodnocení stavu válců

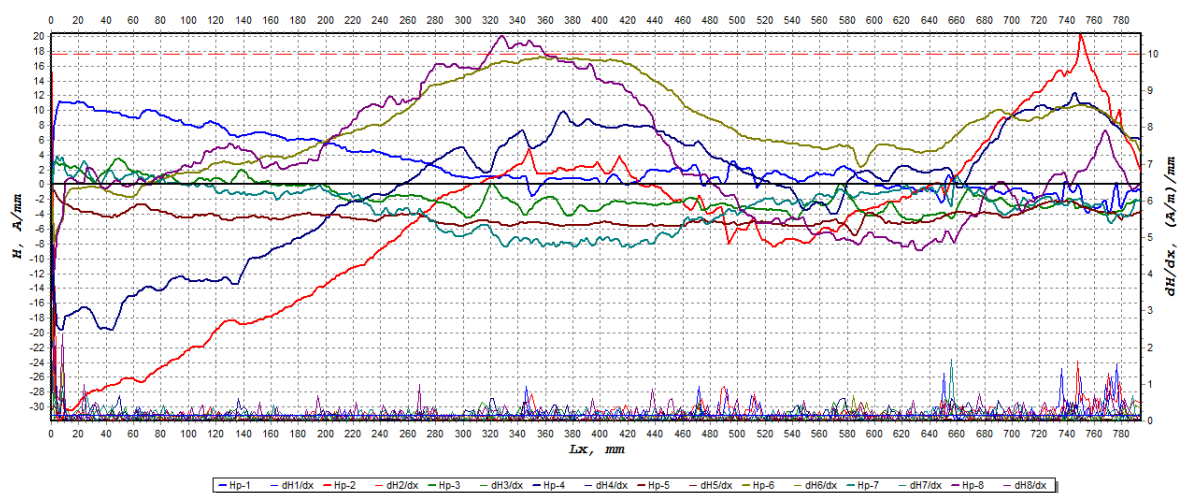
5.1. Nový válec č.1



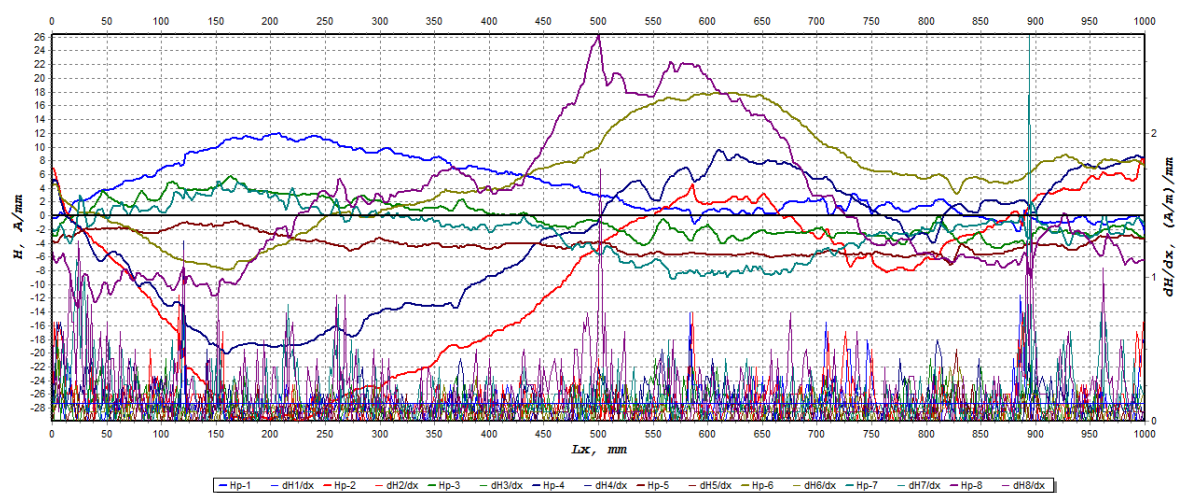
Obr. č. 16 Sada nových válců



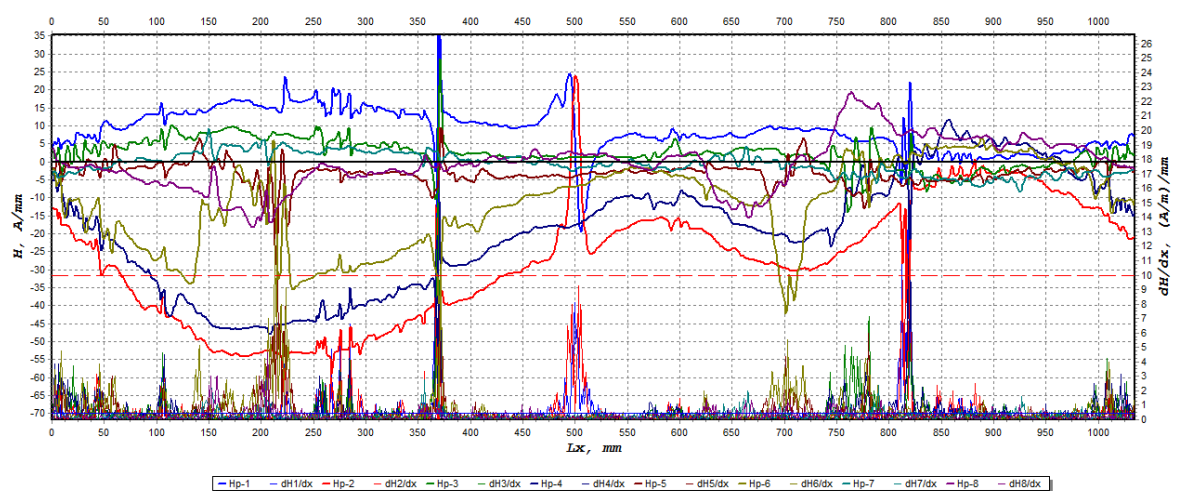
Obr. č. 17 Schéma měření



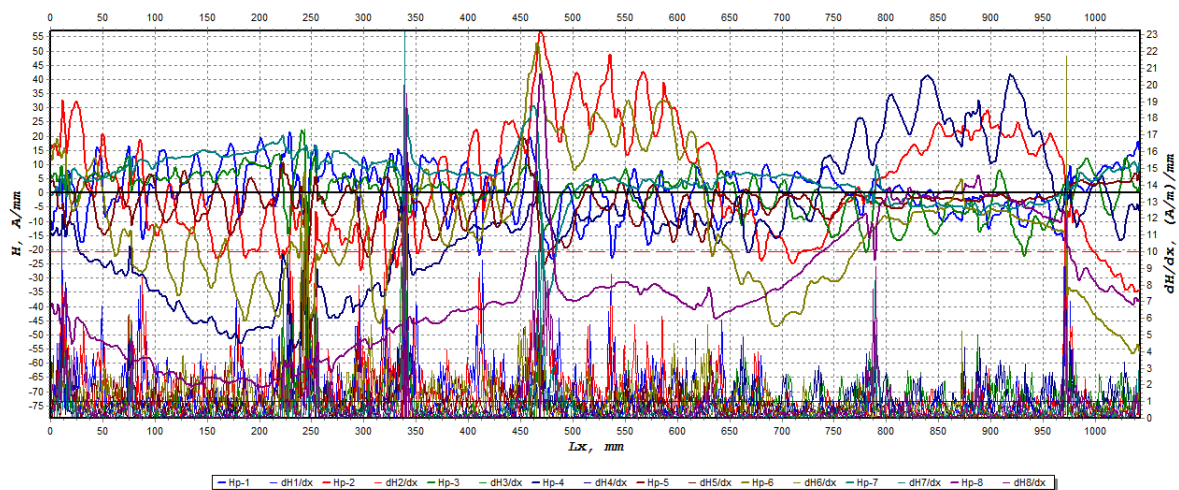
Obr. č. 18 Magnetogram nového válce č.1 úseku 1.1



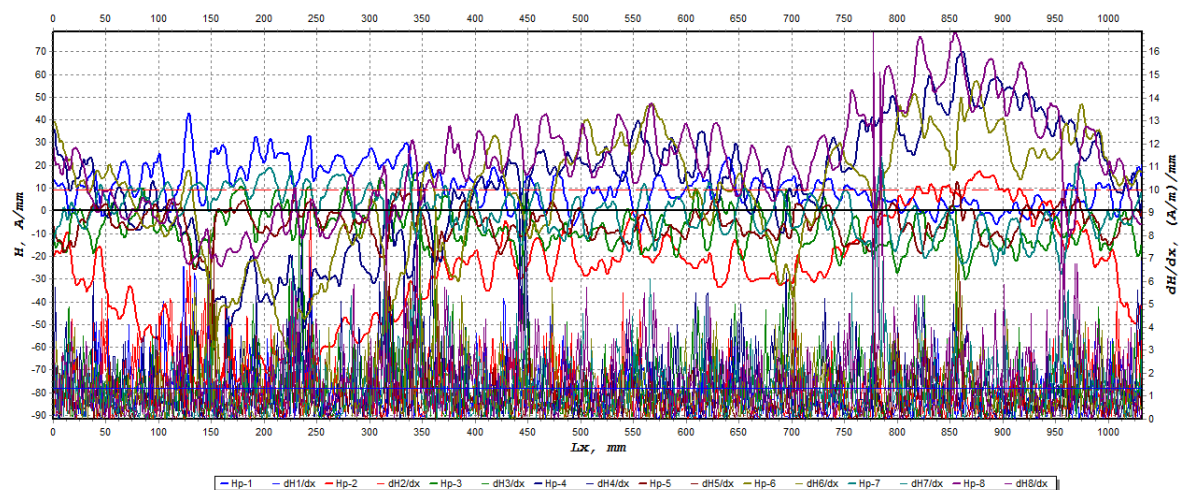
Obr. č. 19 Magnetogram nového válce č.1 úseku 1.2



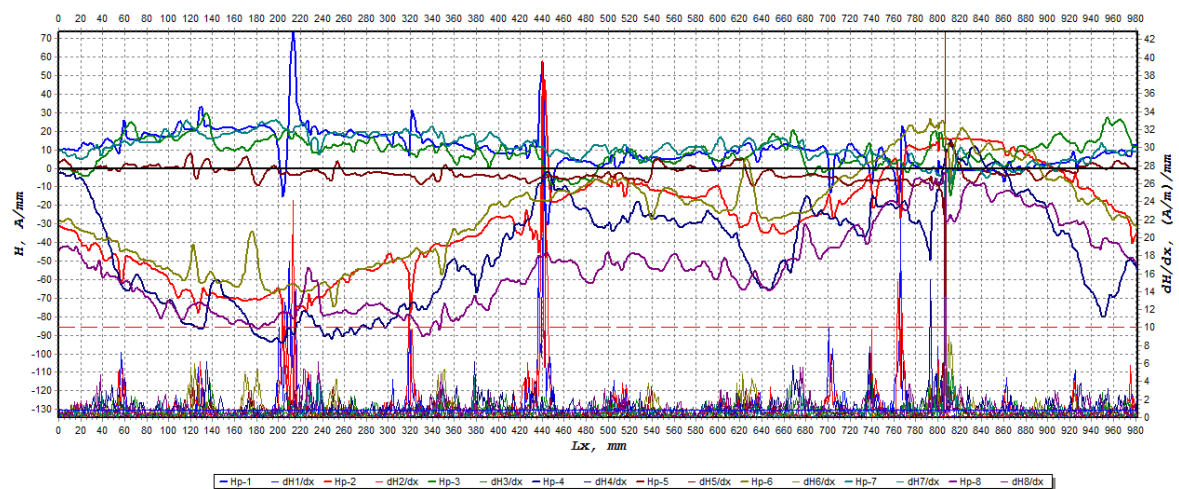
Obr. č. 20 Magnetogram nového válce č.1 úseku 2



Obr. č. 21 Magnetogram nového válce č.1 úseku 3



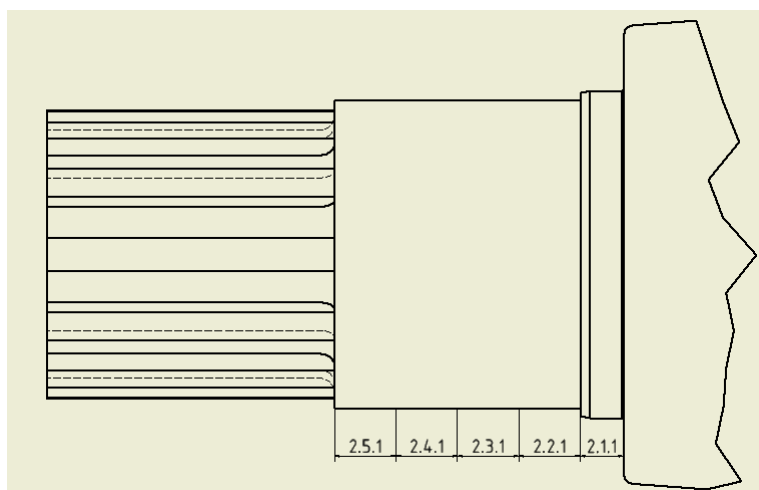
Obr. č. 22 Magnetogram nového válce č.1 úseku 4



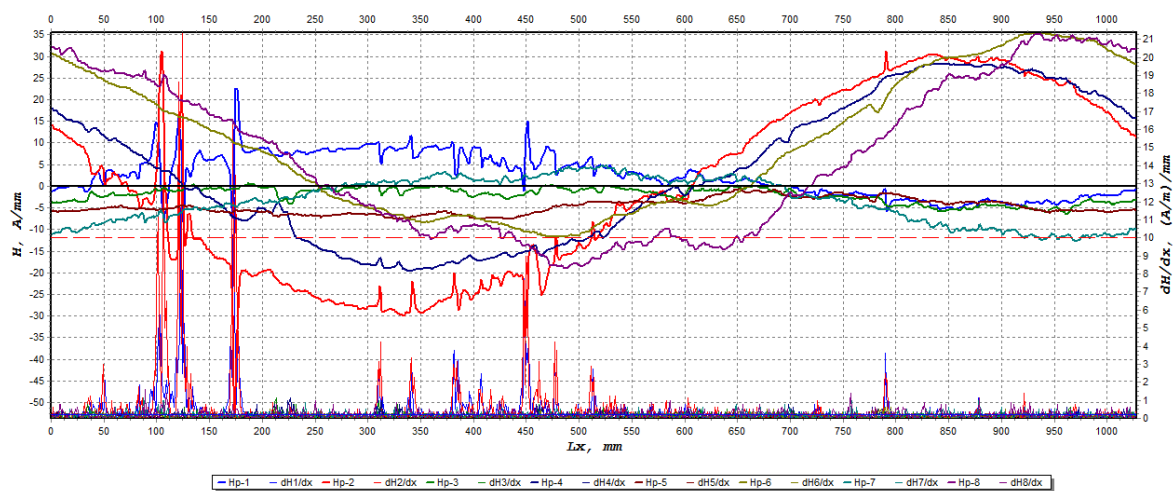
Obr. č. 23 Magnetogram nového válce č.1 úseku 5

Na těchto magnetogramech je patrné, že úsek 1 (1.1) má velmi nízké gradienty magnetického pole, tudíž lze předpokládat, že tento úsek bude bez vad. Ostatní úseky již vykazují mírně zvýšený tento gradient, přičemž nejvyšší hodnoty vykazuje úsek číslo 5. Nicméně tyto hodnoty bych spíše než trhlině přiřadil k lehké místní korozi, kterou jsme na těchto plochách při měření občas nacházeli.

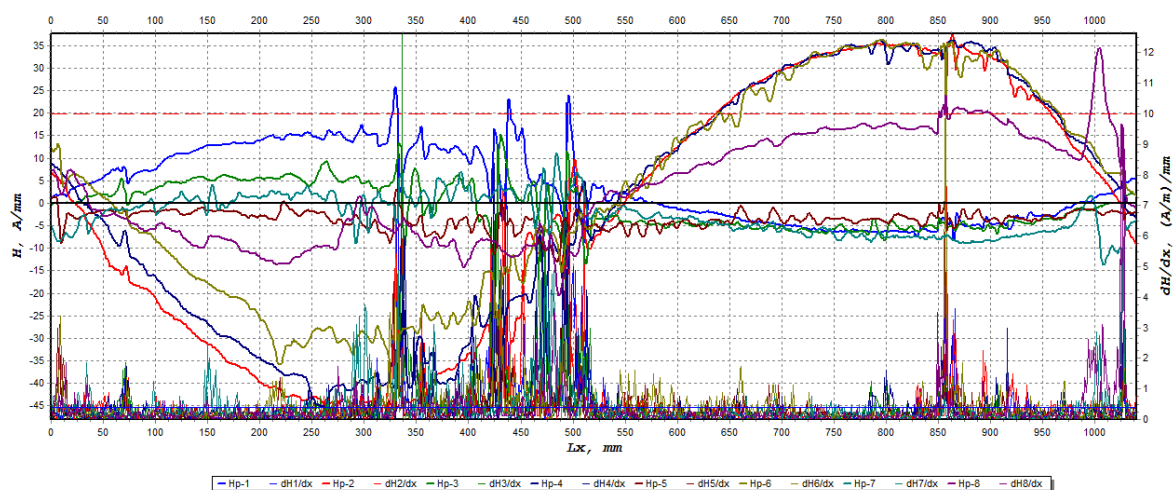
5.2. Nový válec č.2



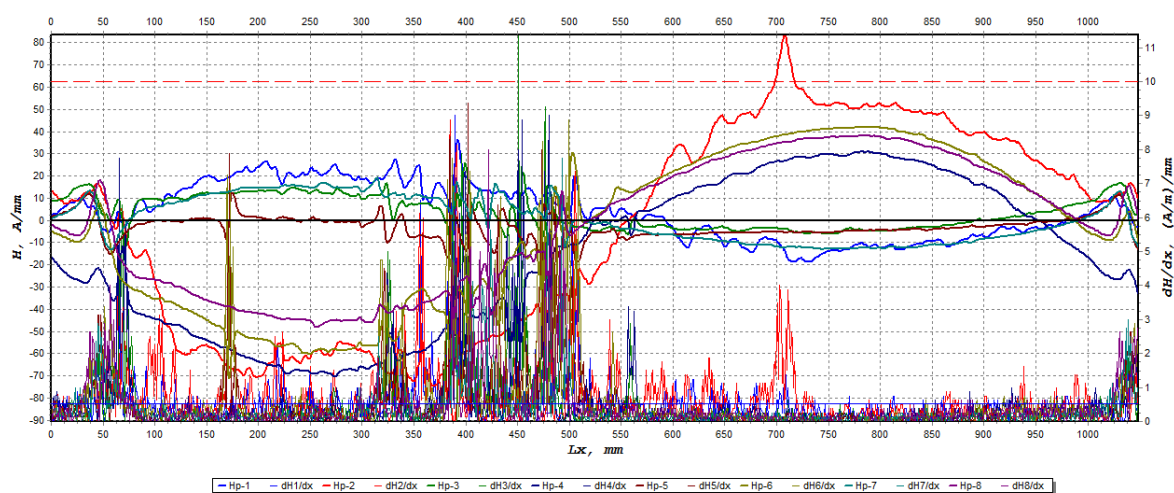
Obr. č. 24 Schéma měření



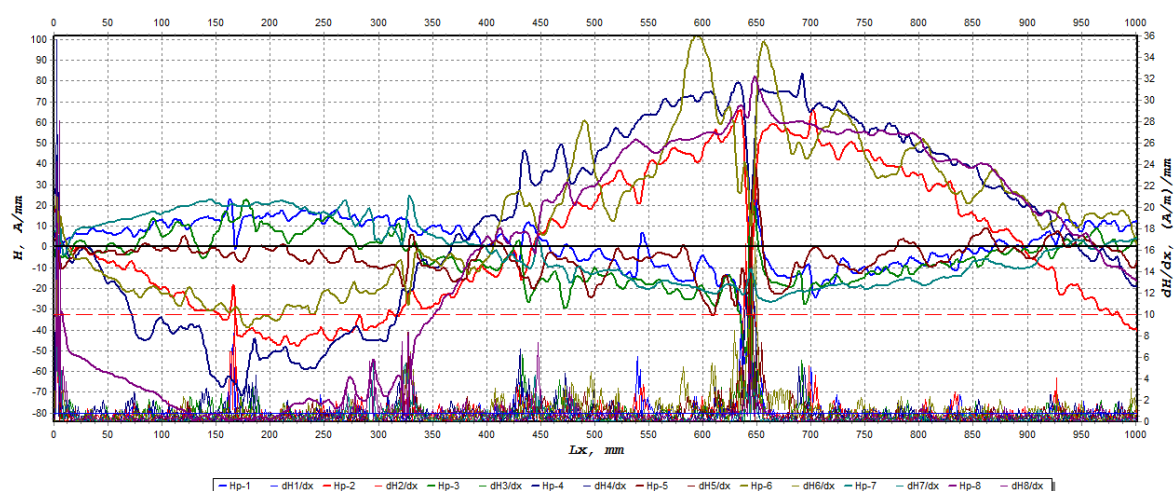
Obr. č. 25 Magnetogram nového válce č.2 úseku 2.1.1



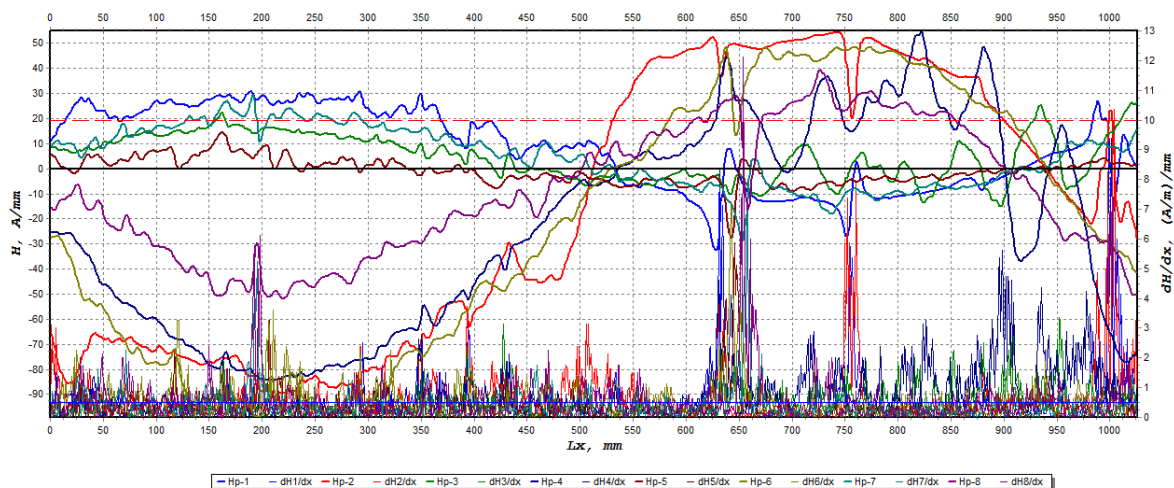
Obr. č. 26 Magnetogram nového válce č.2 úseku 2.2.1



Obr. č. 27 Magnetogram nového válce č.2 úseku 2.3.1



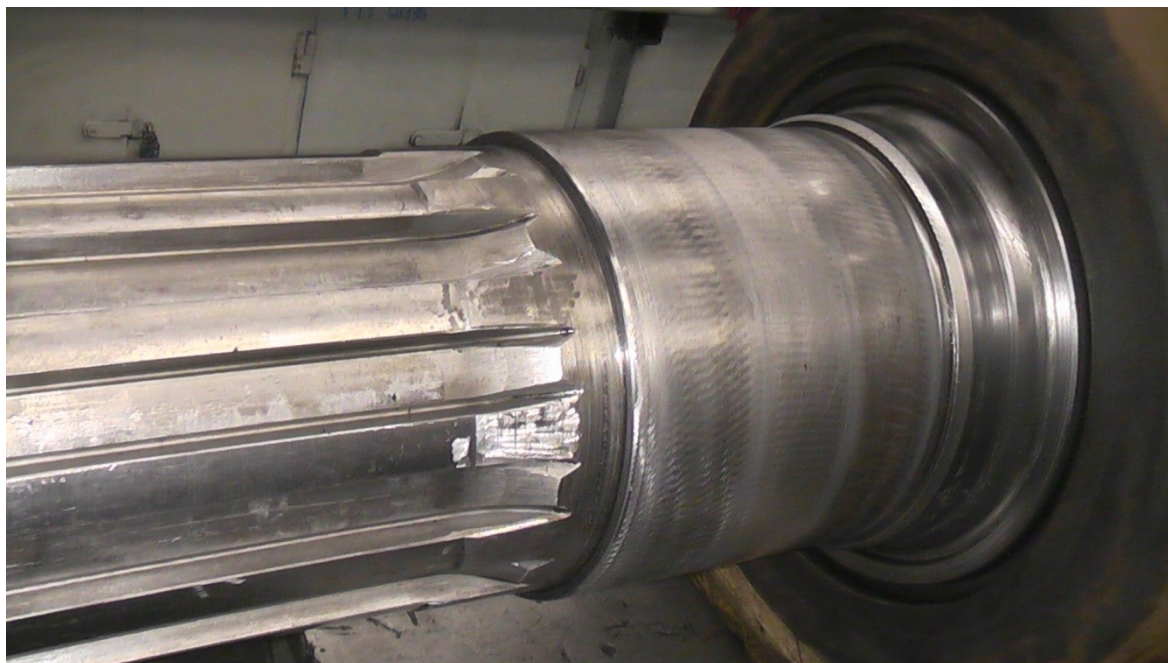
Obr. č. 28 Magnetogram nového válce č.2 úseku 2.4.1



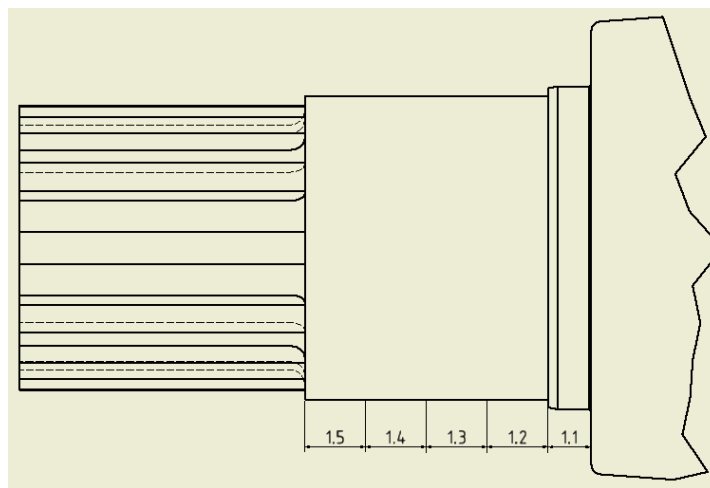
Obr. č. 29 Magnetogram nového válce č.2 úseku 2.5.1

Na tomto válci mají velice nízké gradienty magnetického pole úseky 2.2.1, 2.3.1 a 2.5.1. Ty sice na několika místech překračují doporučenou hodnotu 10 A/m, ale toto překročení není nikterak výrazné. Úseky 2.1.1 a 2.4.1 vykazují o něco málo vyšší hodnoty gradientu magnetického pole, ale to bych opětovně přiřadil k lehké povrchové korozi. Z měření lze usoudit, že tato sada je bez trhlin a lze ji dále používat.

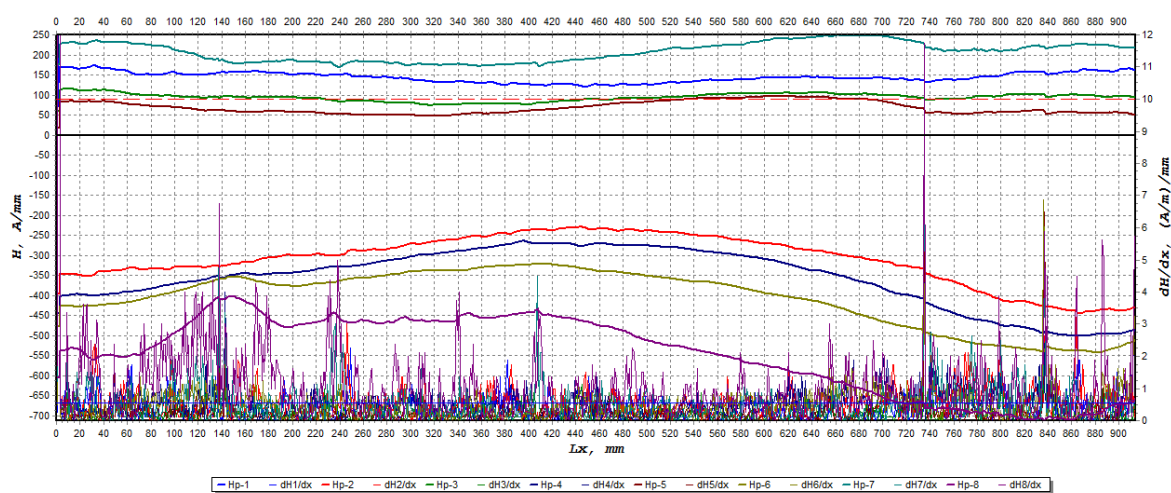
5.3. Jedenkrát použitý válec (sada 1 levý válec)



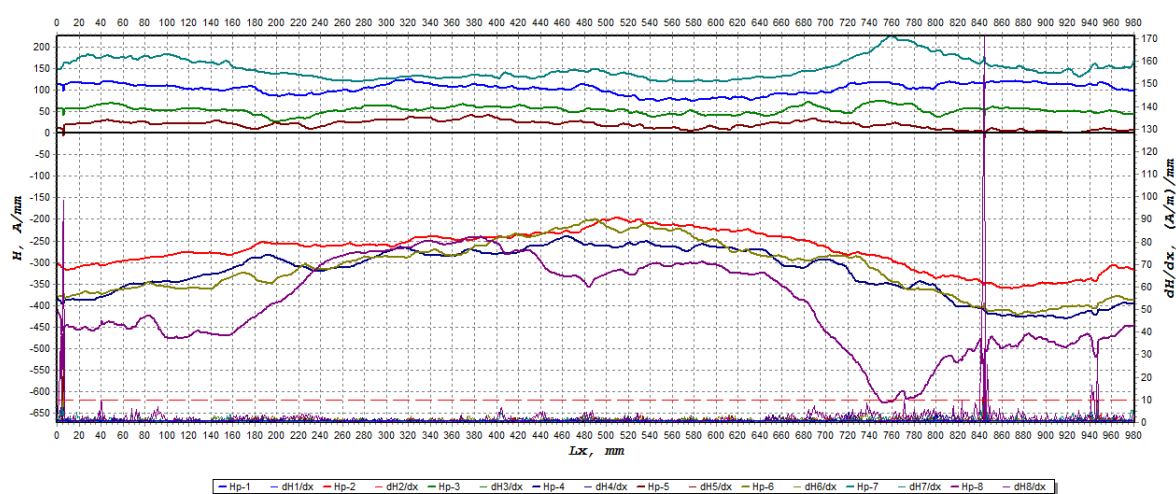
Obr.č. 30 Levý válec sady 1



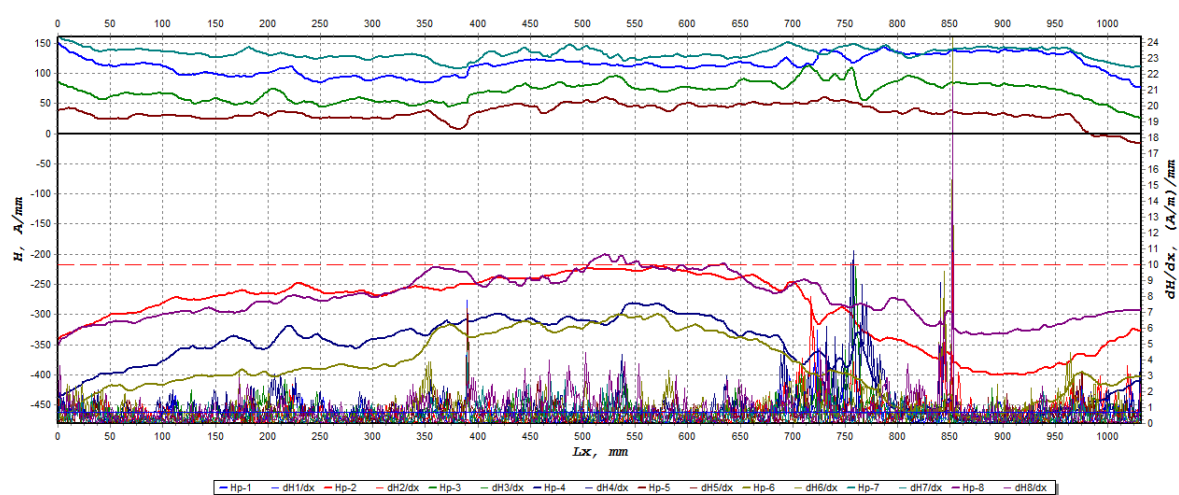
Obr. č. 31 Schéma měření



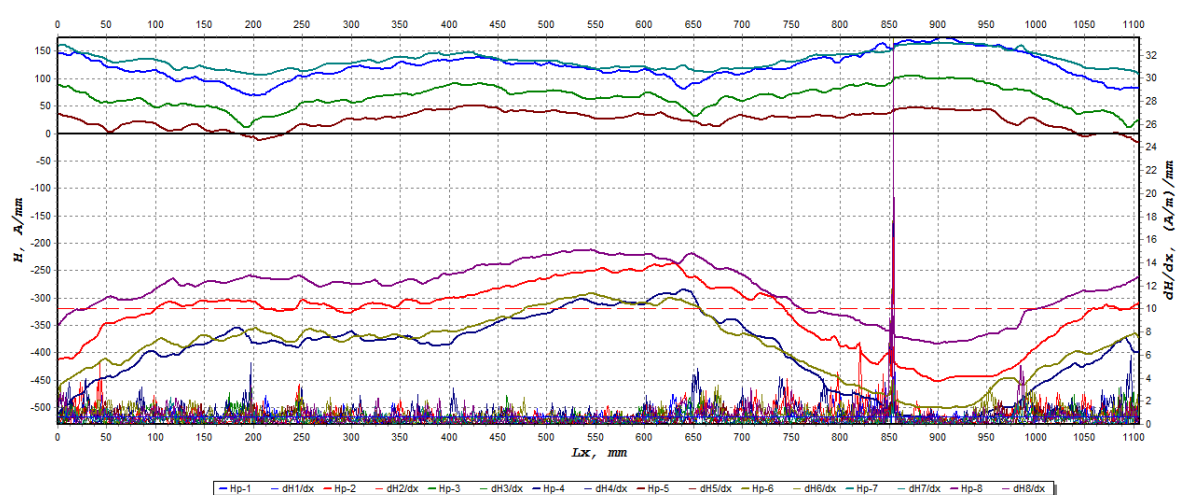
Obr. č. 32 Magnetogram levého válce sady 1 úseku 1.1



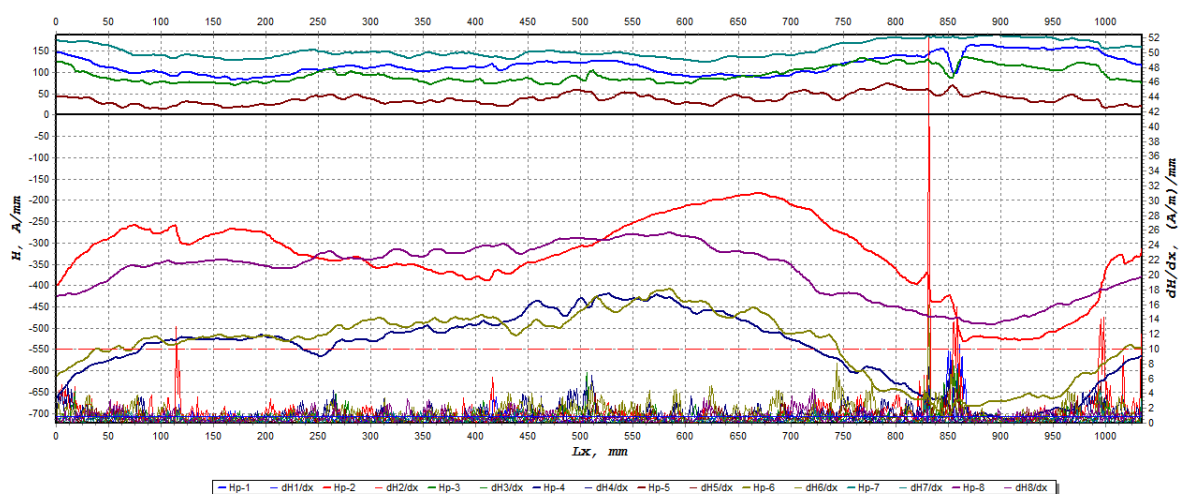
Obr. č. 33 Magnetogram levého válce sady 1 úseku 1.2



Obr. č. 34 Magnetogram levého válce sady 1 úseku 1.3



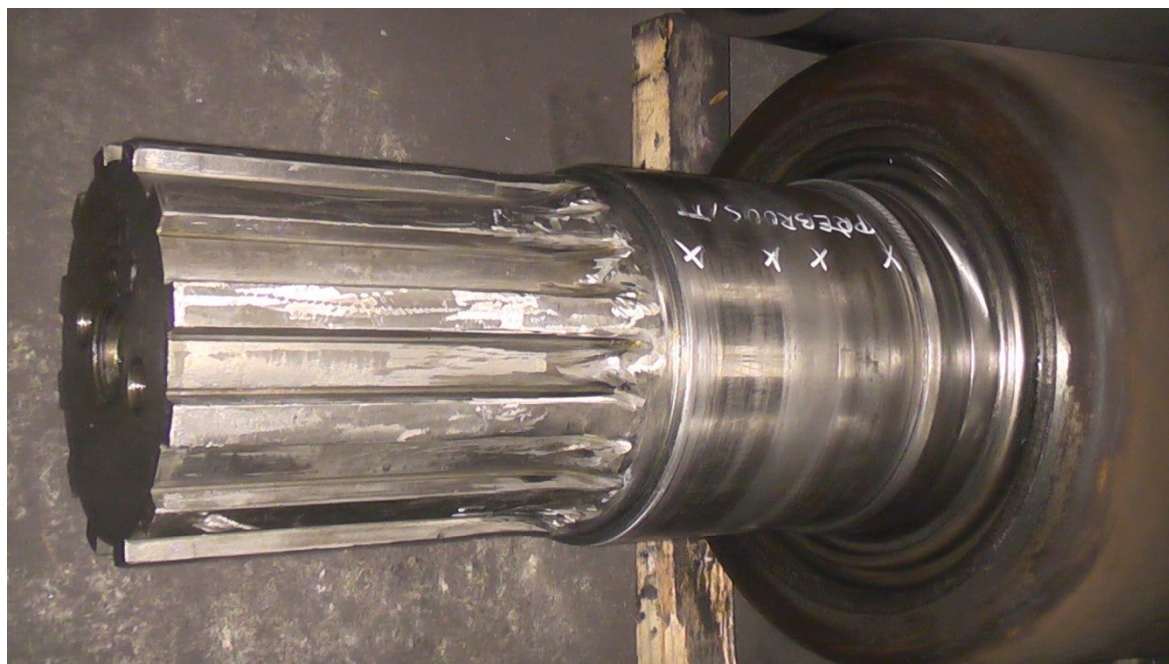
Obr. č. 35 Magnetogram levého válce sady 1 úseku 1.4



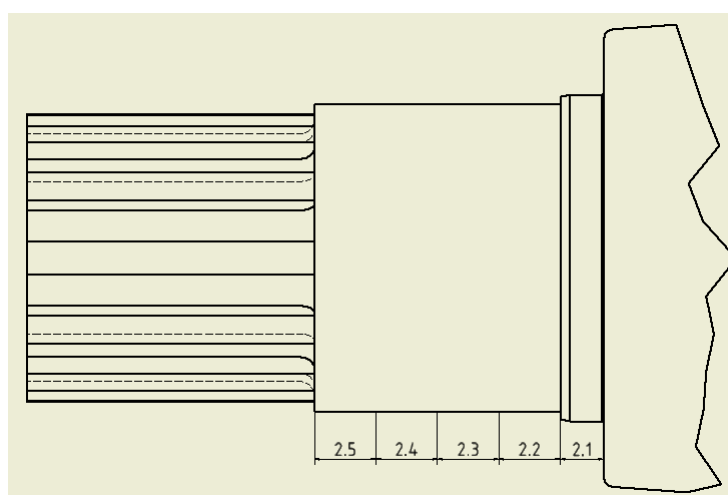
Obr. č. 36 Magnetogram levého válce sady 1 úseku 1.5

Z grafů lze vyčíst, že relativně nízké gradienty magnetického pole se nacházejí na úsecích 1.3 a 1.4. Ty sice překračují doporučenou hodnotu 10 A/m, ale překročení není nikterak výrazné. Vyšší hodnoty jsou pak v ostatních úsecích s tím, že nejhorší jsou výsledky na úseku 1.2, což ukazuje na vyšší koncentraci napětí, která by mohla být způsobena malou vadou. Ta by ovšem neměla vzhledem k rozměrům válce představovat nebezpečí pro plynulý a bezpečný provoz zařízení.

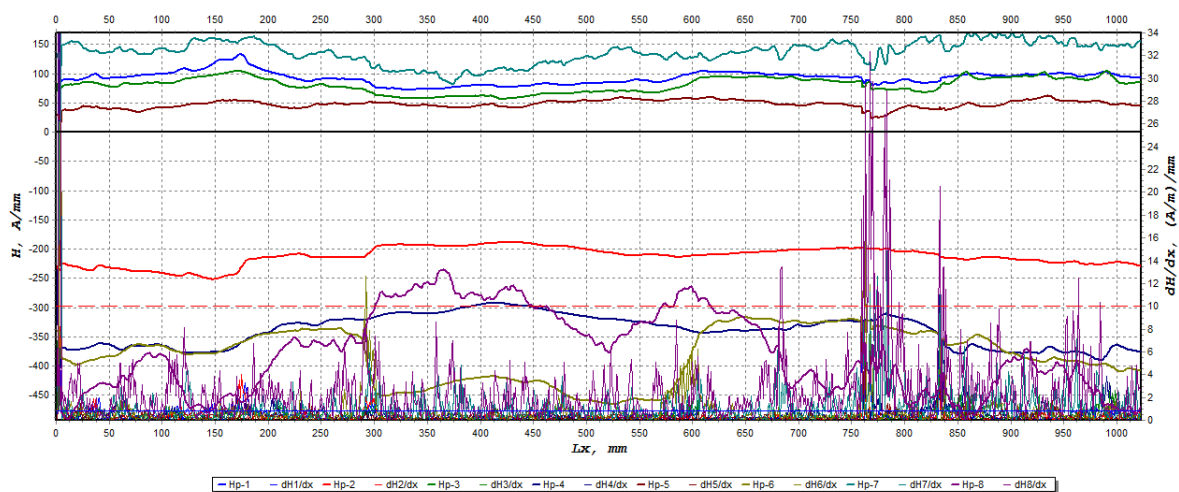
5.4. Jedenkrát použitý válec (sada 1 pravý válec)



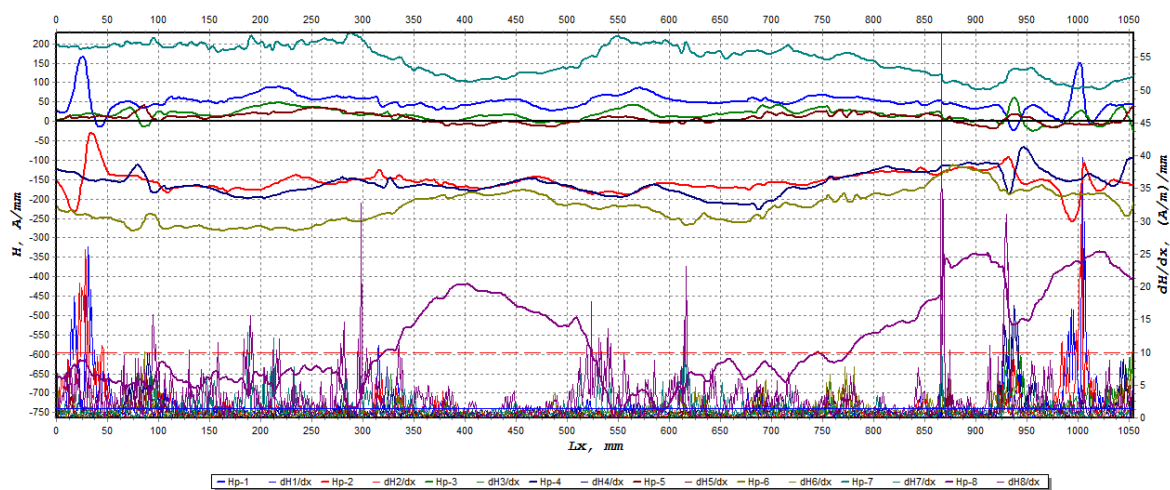
Obr.č. 37 Pravý válec sady 1



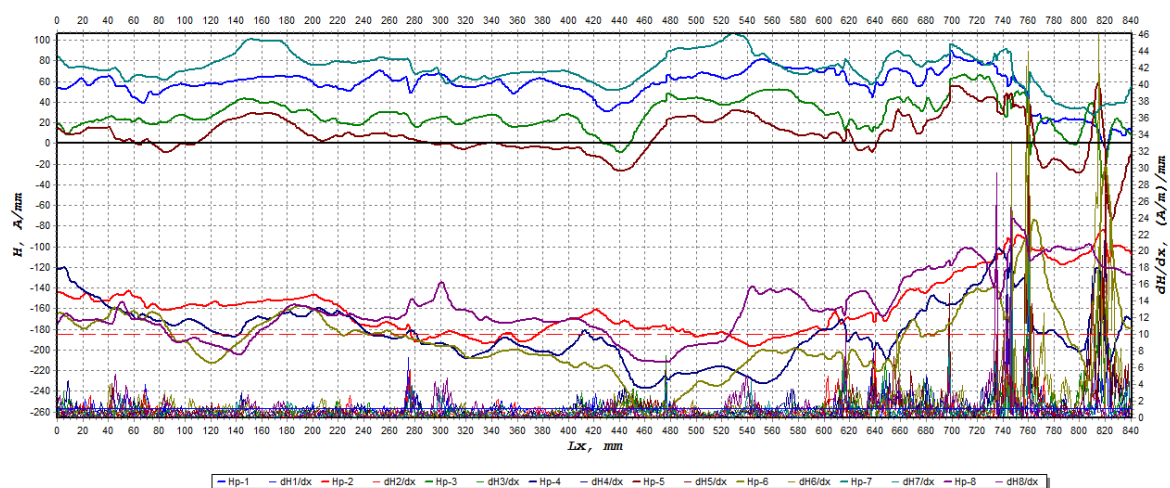
Obr. č. 38 Schéma měření



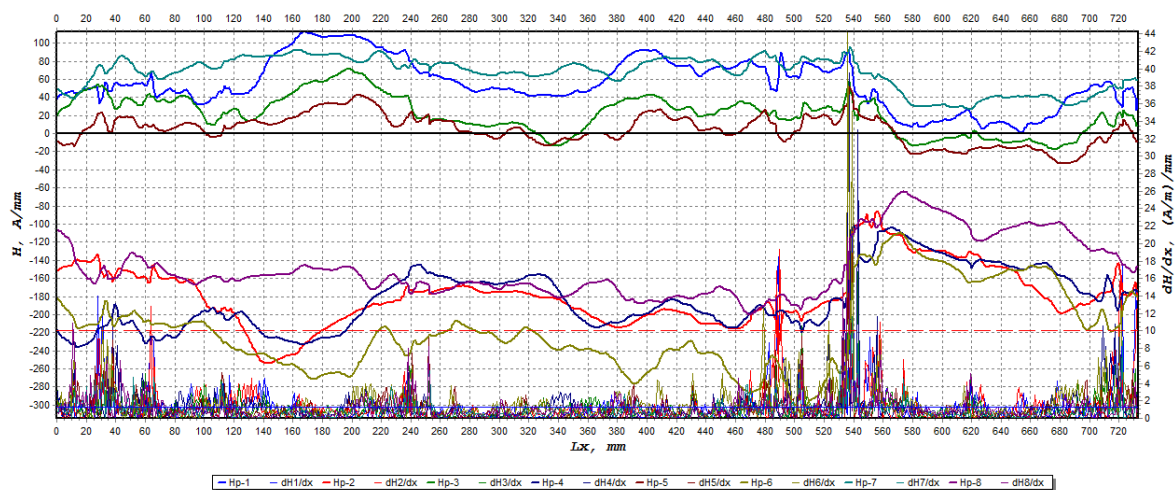
Obr. č. 39 Magnetogram pravého válce sady 1 úseku 2.1



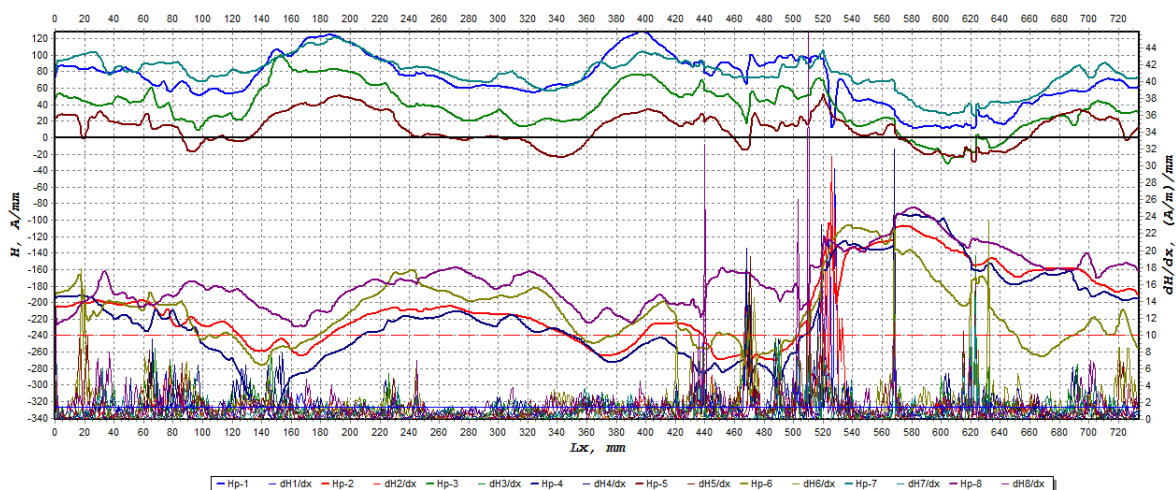
Obr. č. 40 Magnetogram pravého válce sady 1 úseku 2.2



Obr. č. 41 Magnetogram pravého válce sady 1 úseku 2.3



Obr. č. 42 Magnetogram pravého válce sady 1 úseku 2.4



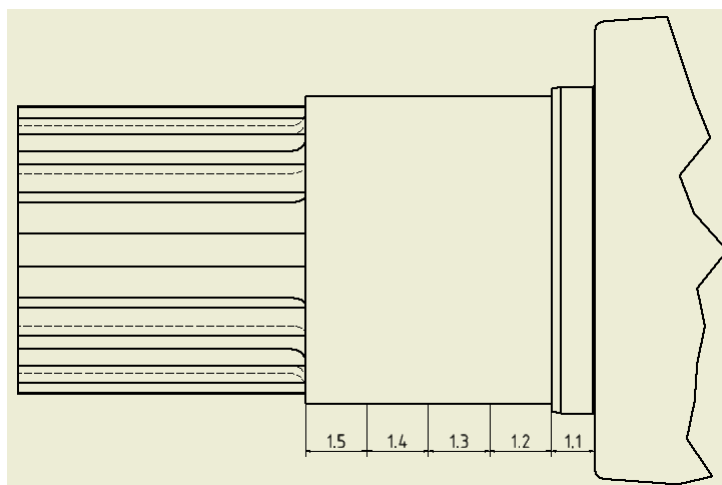
Obr. č. 43 Magnetogram pravého válce sady 1 úseku 2.5

Na magnetogramech tohoto válce jsou patrné mírně zvýšené hodnoty gradientů magnetického pole, které by mohly ukazovat na nějakou drobnou poruchu. Také tyto hodnoty by vzhledem k rozměrům neměly mít bezpečnostní vliv na provoz zařízení. Z těchto důvodů je možné tyto válce použít pro další provoz.

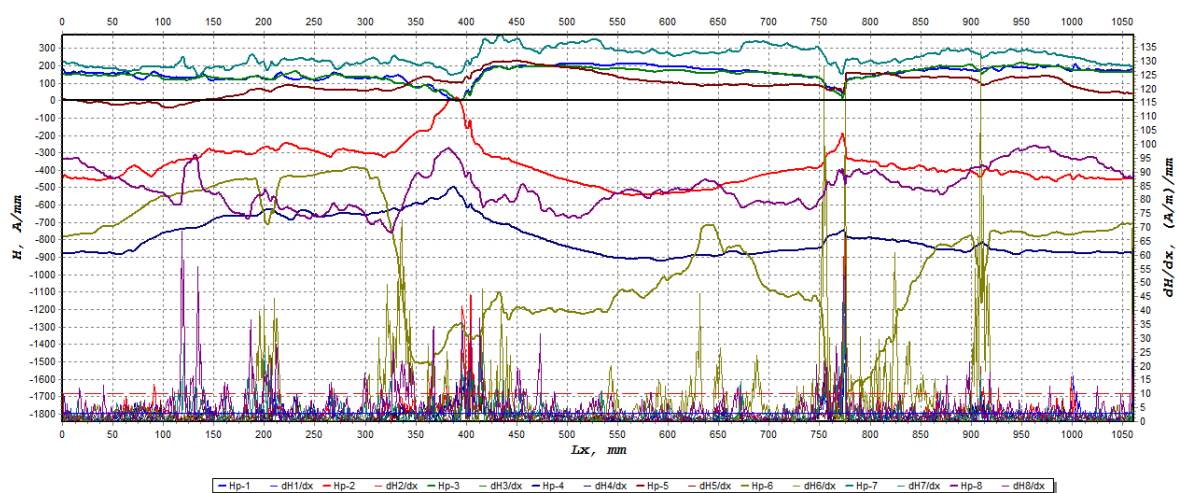
5.5. Vícekrát použitý válec (sada 2 pravý válec)



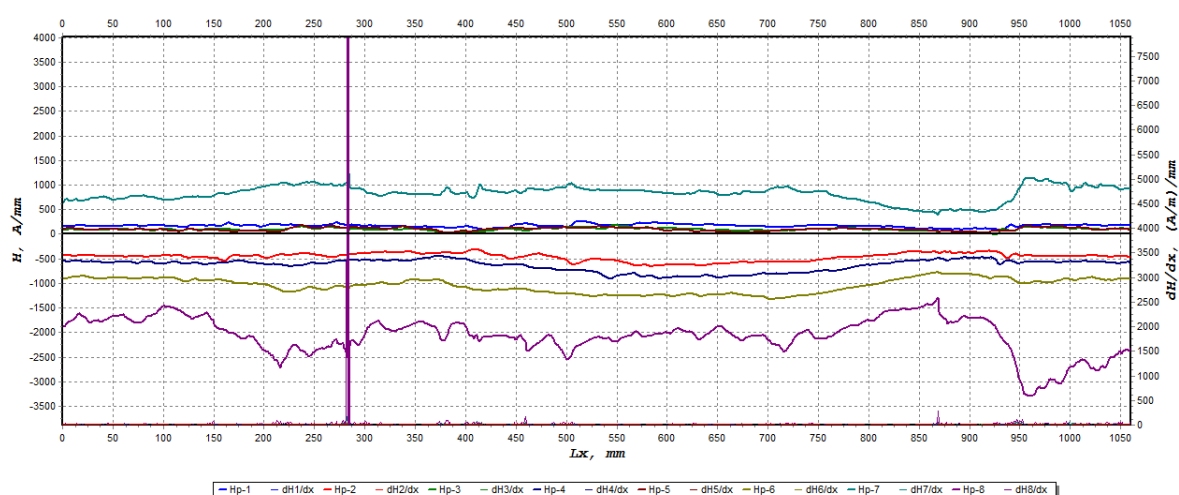
Obr. č. 44 Pravý válec sady 2



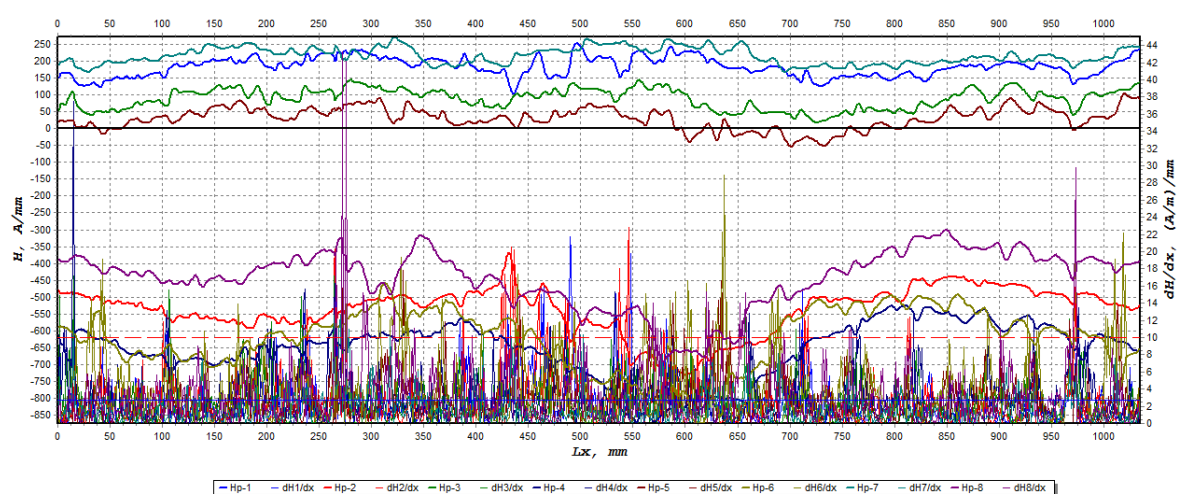
Obr. č. 45 Schéma měření



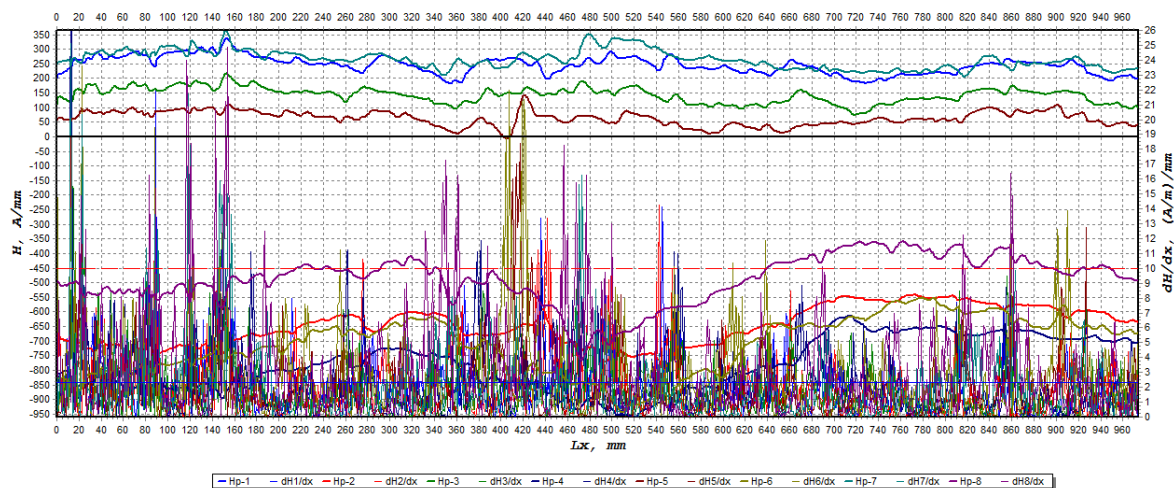
Obr. č. 46 Magnetogram pravého válce sady 2 úseku 1.1



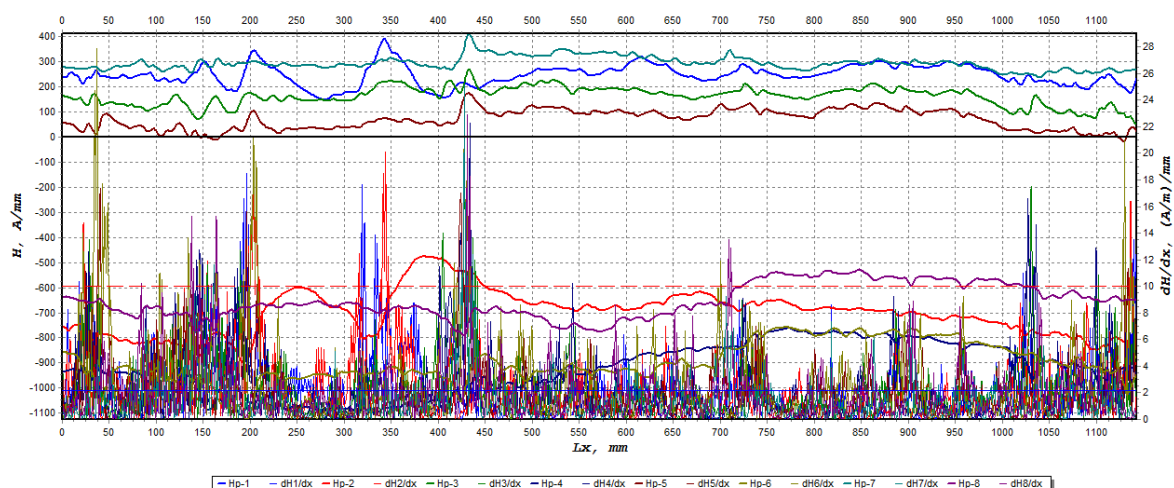
Obr. č. 47 Magnetogram pravého válce sady 2 úseku 1.2



Obr. č. 48 Magnetogram pravého válce sady 2 úseku 1.3



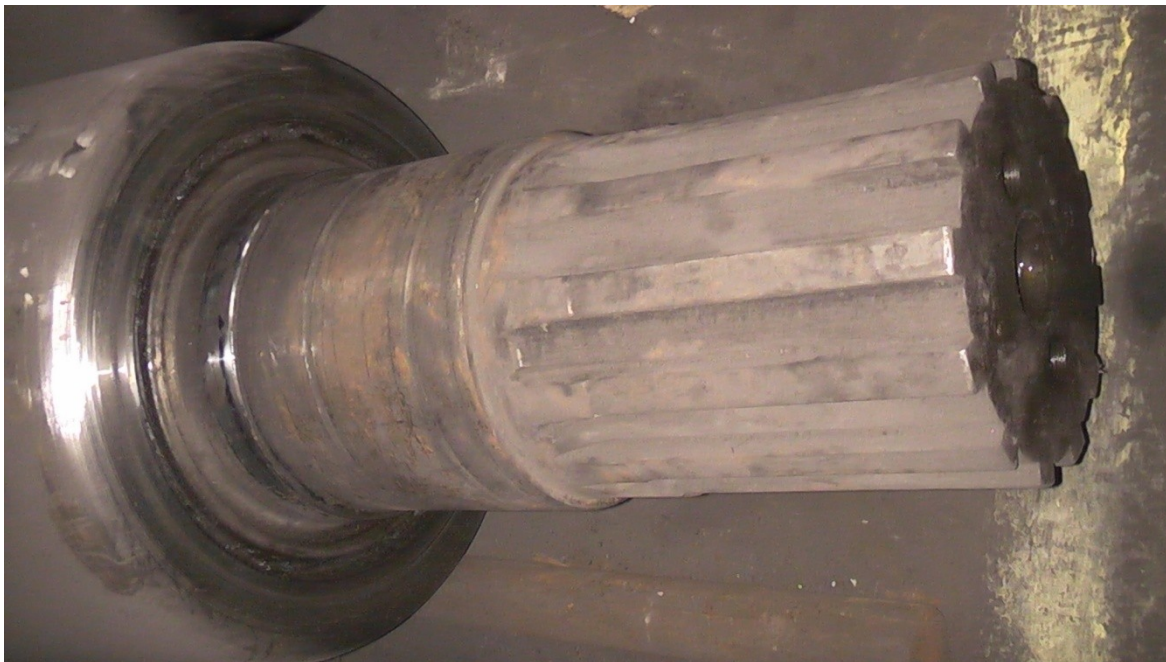
Obr. č. 49 Magnetogram pravého válce sady 2 úseku 1.4



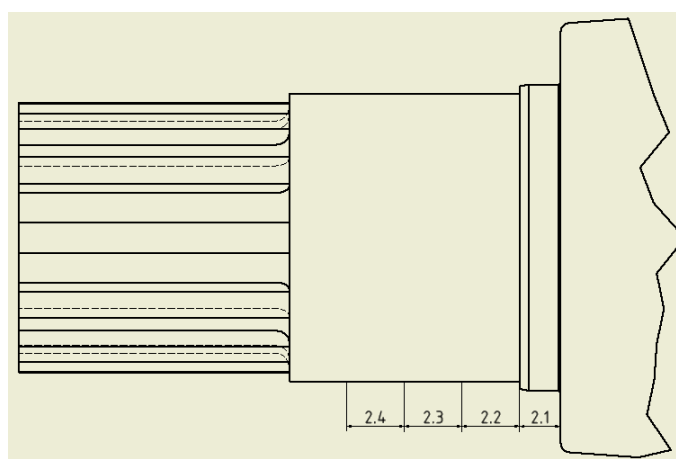
Obr. č. 50 Magnetogram pravého válce sady 2 úseku 1.5

Tyto magnetogramy vykazují mírně vyšší gradienty magnetického pole. To může být způsobeno povrchovou korozí, která se na měřených úsecích nacházela. Na úseku 1.1 se nachází místo s velmi vysokou koncentrací napětí. Ta bude s největší pravděpodobností způsobena trhlinou v materiálu. Po konzultaci bylo rozhodnuto, že tato trhlina vzhledem k rozměrům válce nepředstavuje větší nebezpečí. Bylo by vhodné tento válec nadále sledovat.

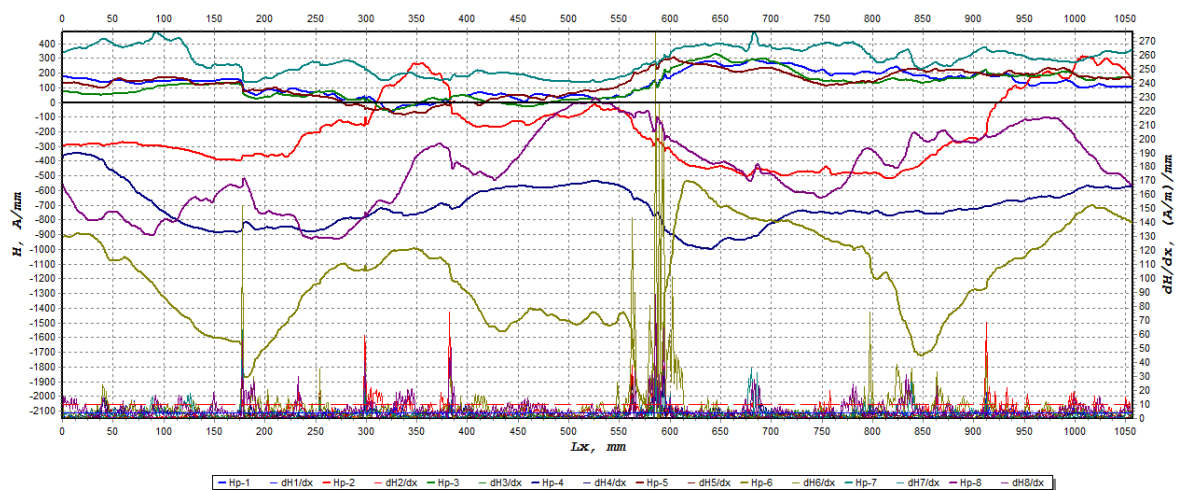
5.6. Vícekrát použitý válec (sada 2 levý válec)



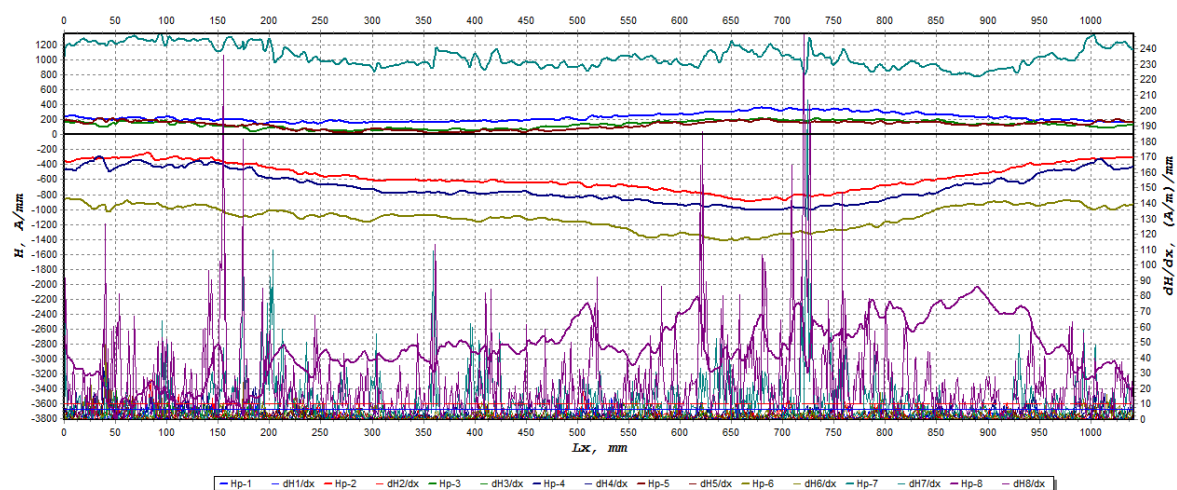
Obr. č. 51 Levý válec sady 2



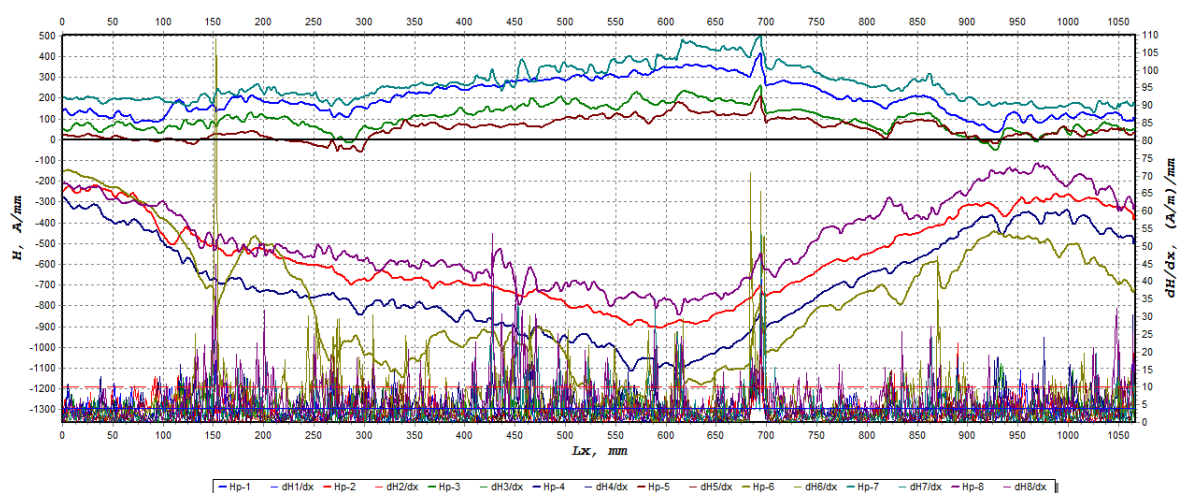
Obr. č. 52 Schéma měření



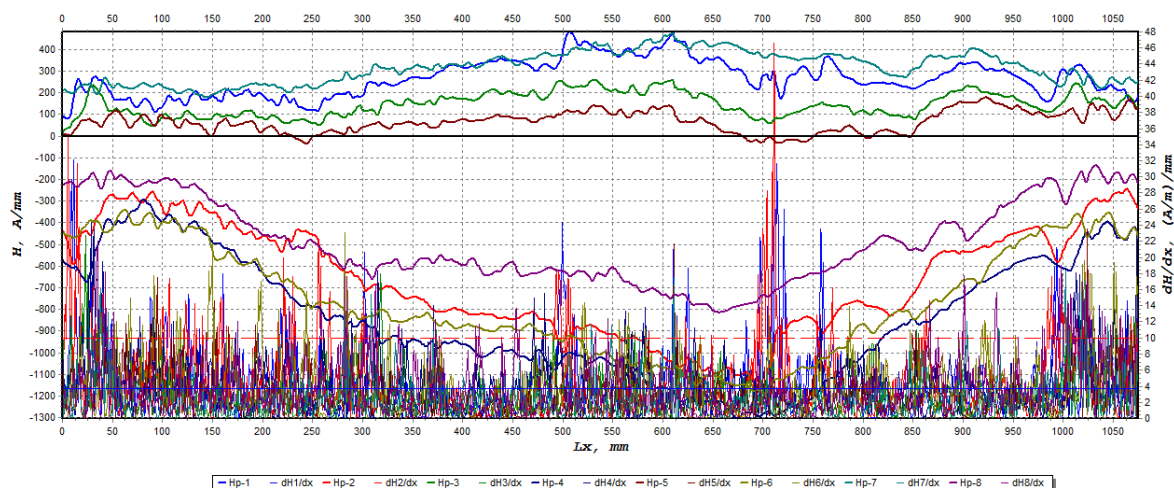
Obr. č. 53 Magnetogram levého válce sady 2 úseku 2.1



Obr. č. 54 Magnetogram levého válce sady 2 úseku 2.2



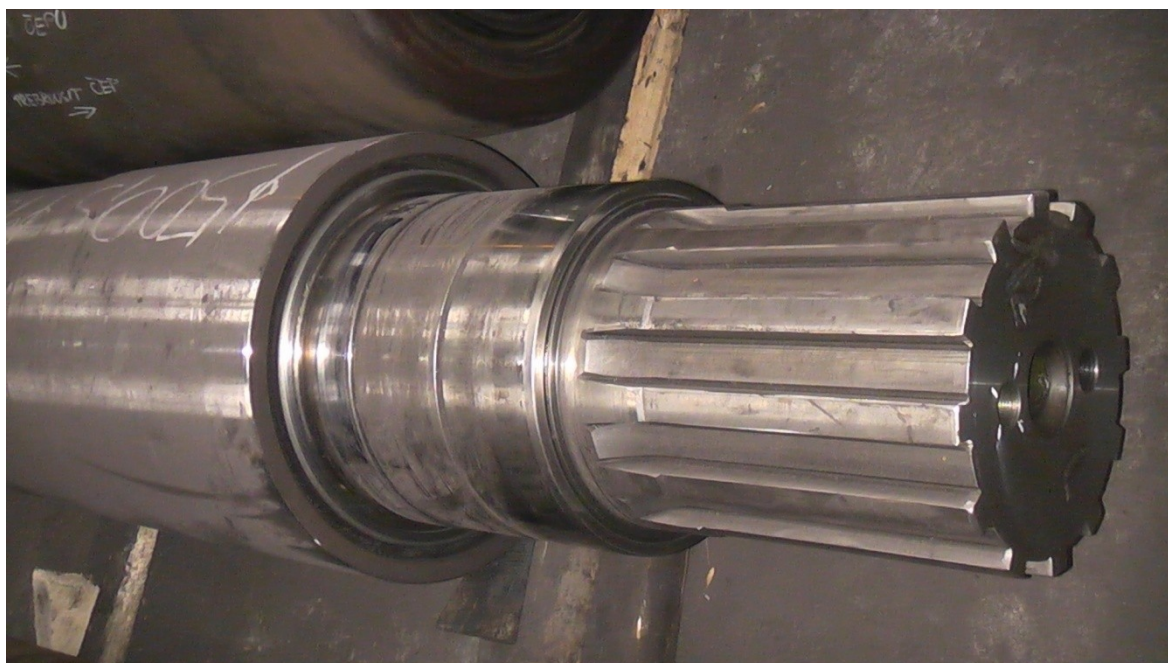
Obr. č. 55 Magnetogram levého válce sady 2 úseku 2.3



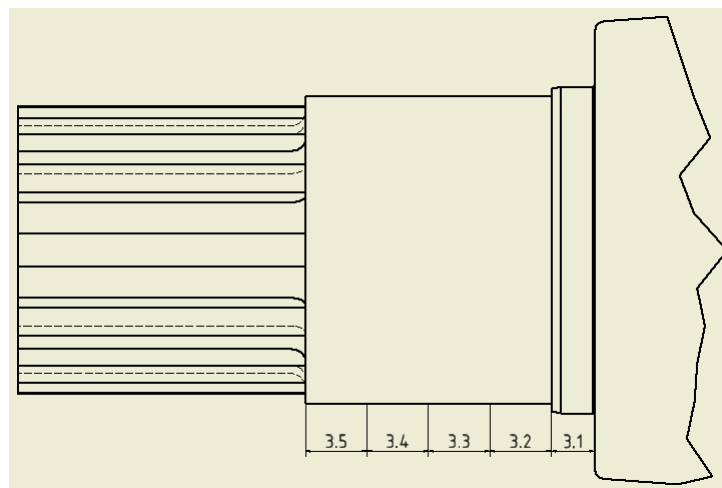
Obr. č. 56 Magnetogram levého válce sady 2 úseku 2.4

Na magnetogramech válce jsou opětovně vidět poněkud vyšší hodnoty gradientů magnetického pole. To může být opětovně způsobeno povrchovou korozí, ale mohou se zde nacházet i jiné drobné poruchy materiálu. Ty by ale neměly být vážnou překážkou v dalším bezproblémovém provozu stoje.

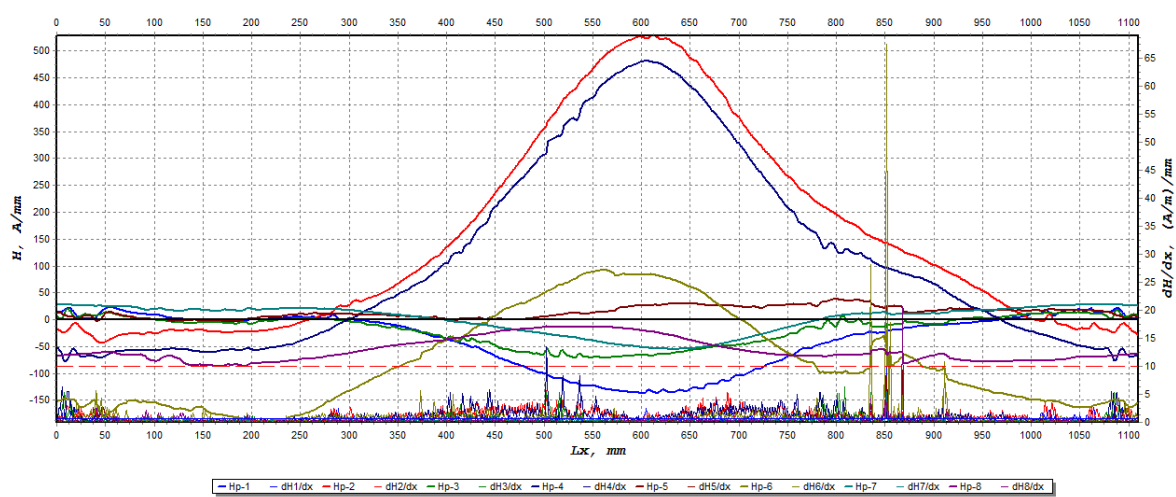
5.7. Vícekrát použitý válec (sada 12 levý válec)



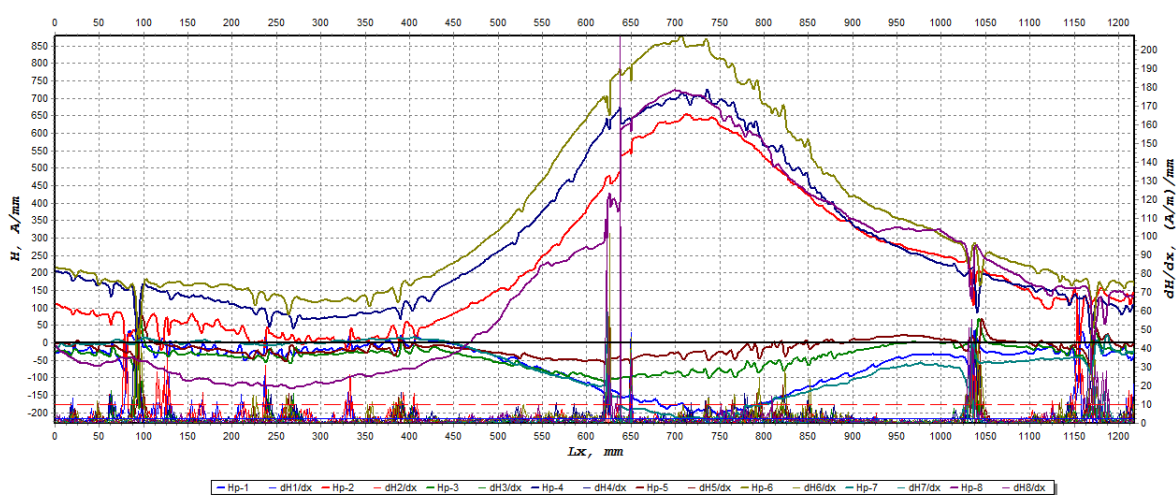
Obr. č. 57 Levý válec sady 12



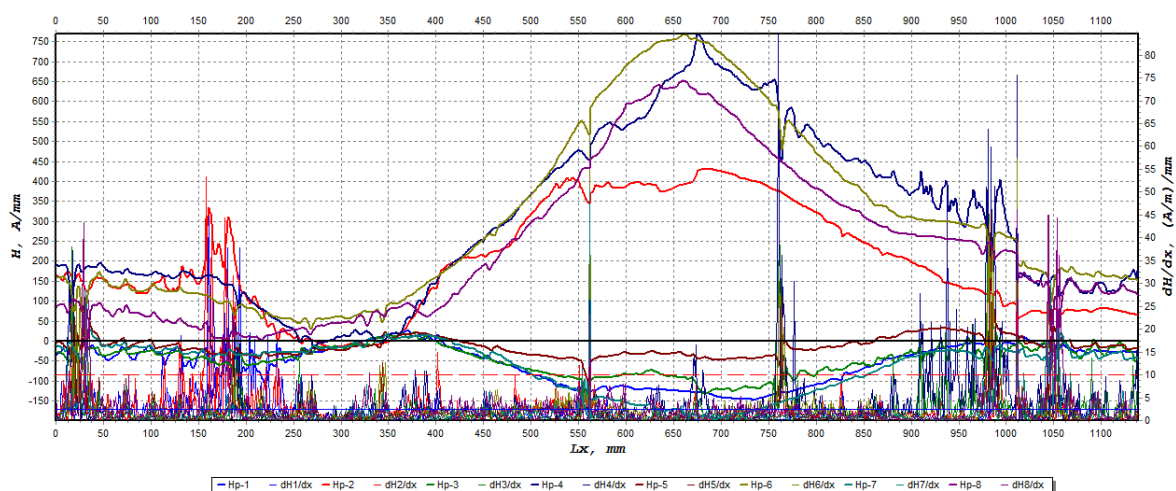
Obr. č. 58 Schéma měření



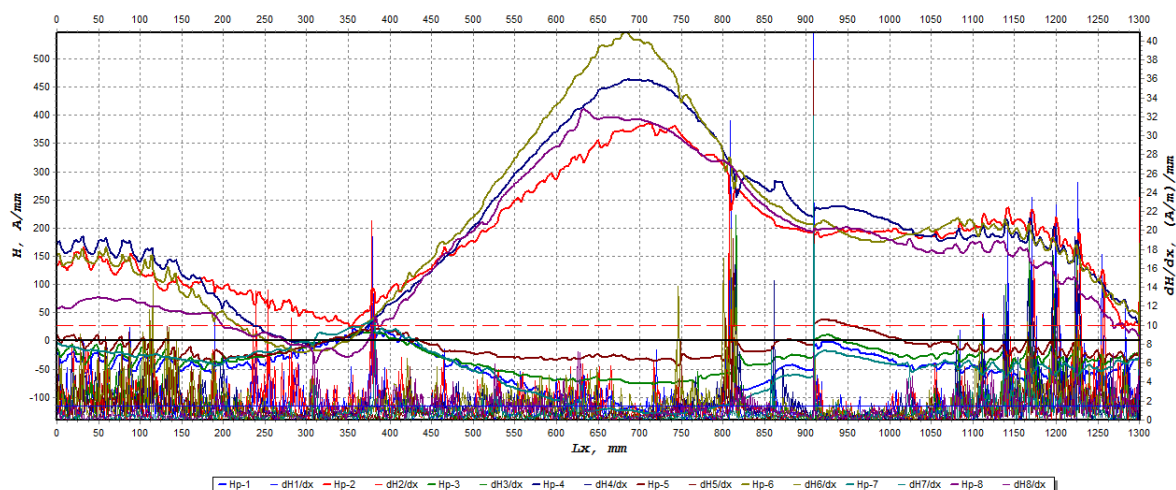
Obr. č. 59 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 3.1



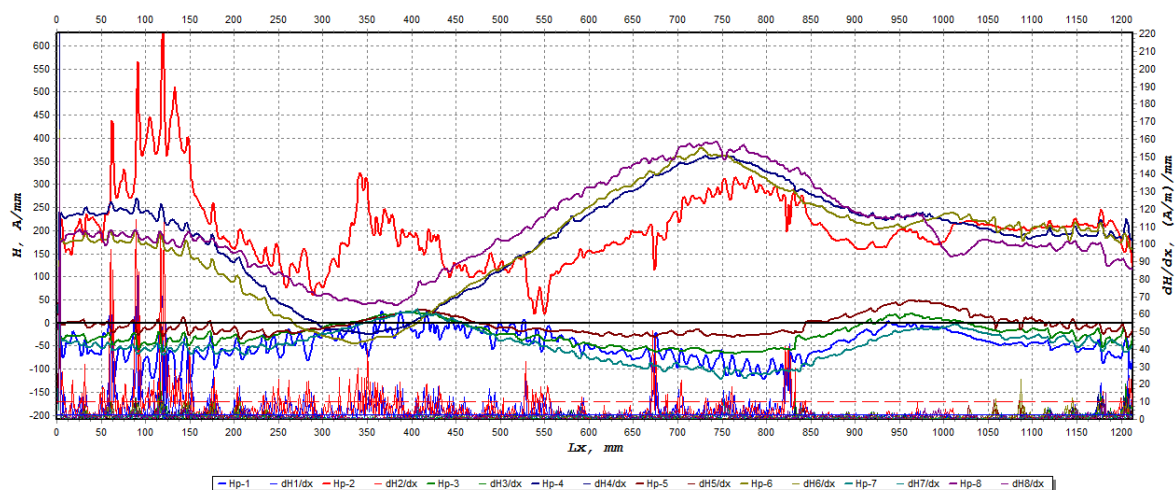
Obr. č. 60 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 3.2



Obr. č. 61 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 3.3



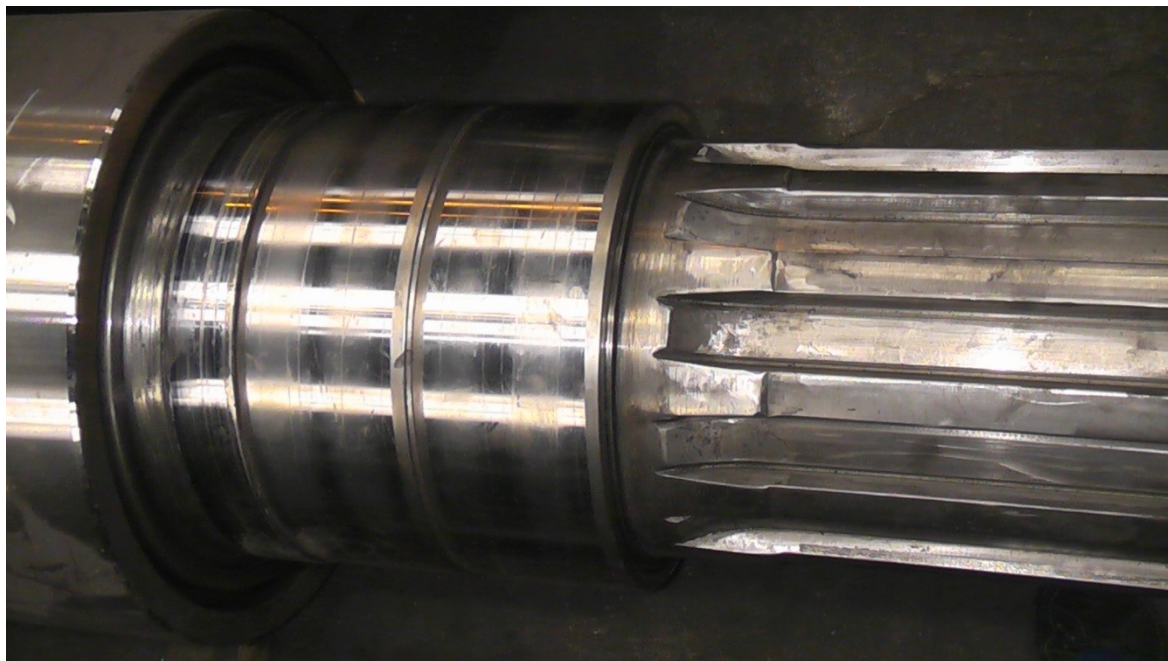
Obr. č. 62 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 3.4



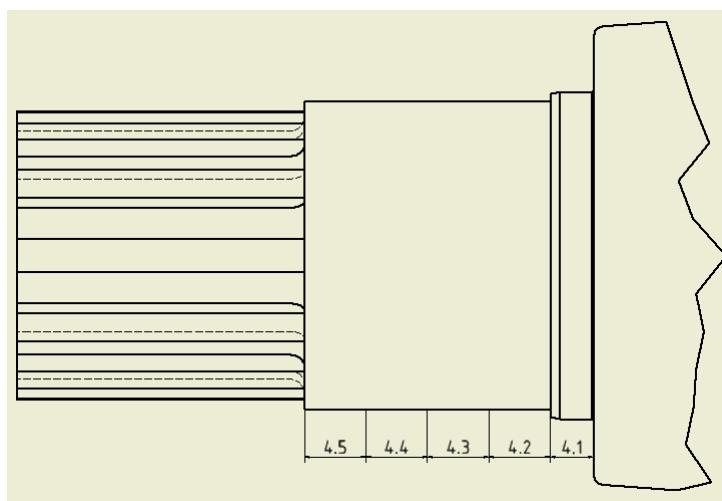
Obr. č. 63 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 3.5

Na tomto válci jsou opět zvýšené hodnoty gradientu magnetického pole. Nejvyšší hodnoty gradientu vykazují oblasti 3.2 a 3.3. Jelikož na povrchu válců byla koroze velice minimální, mohlo by se jednat o drobné, ale bezpečnost neohrožující poruchy materiálu

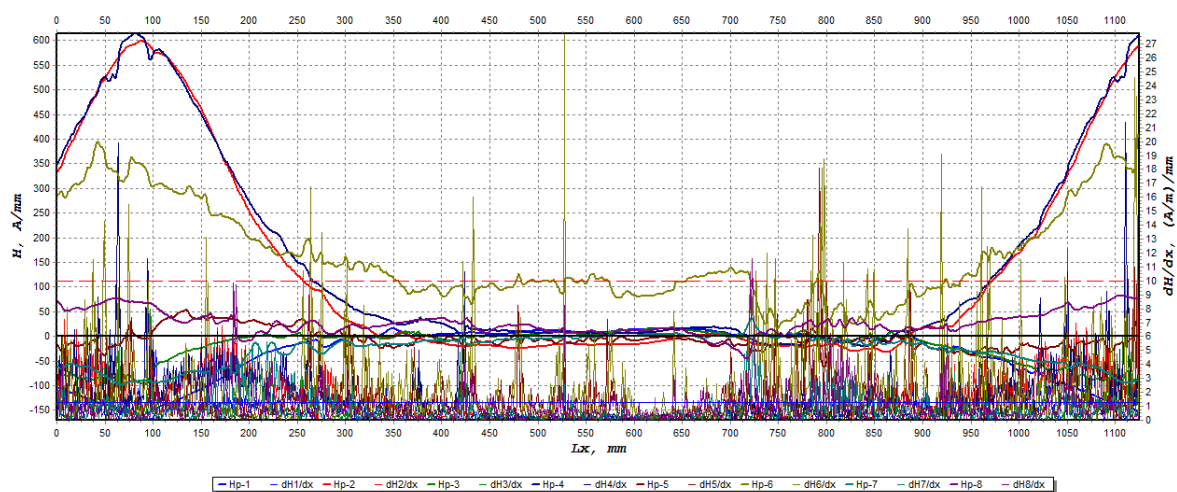
5.8. Vícekrát použitý válec (sada 12 pravý válec)



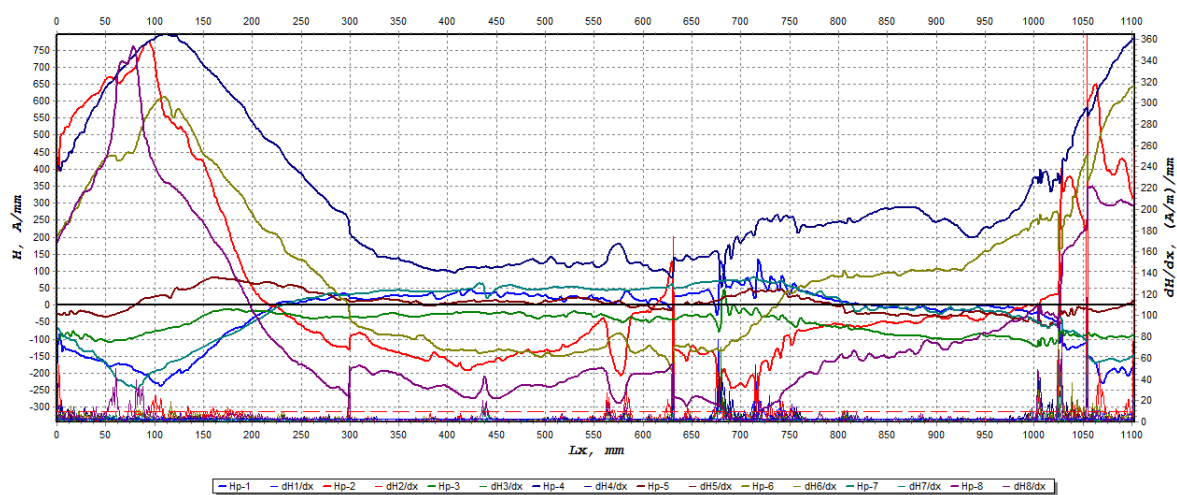
Obr. č. 64 Pravý válec sady 12



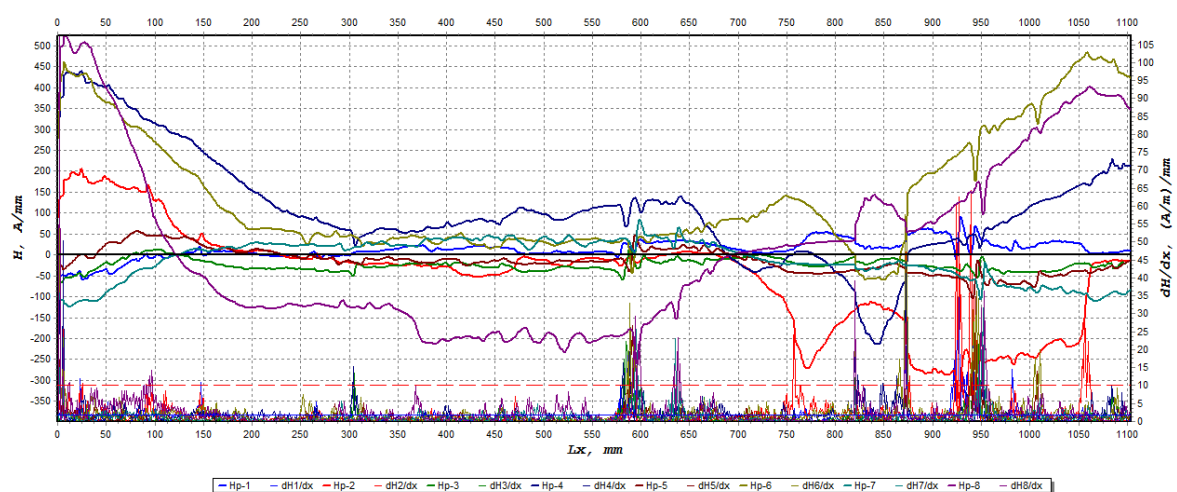
Obr. č. 65 Schéma měření



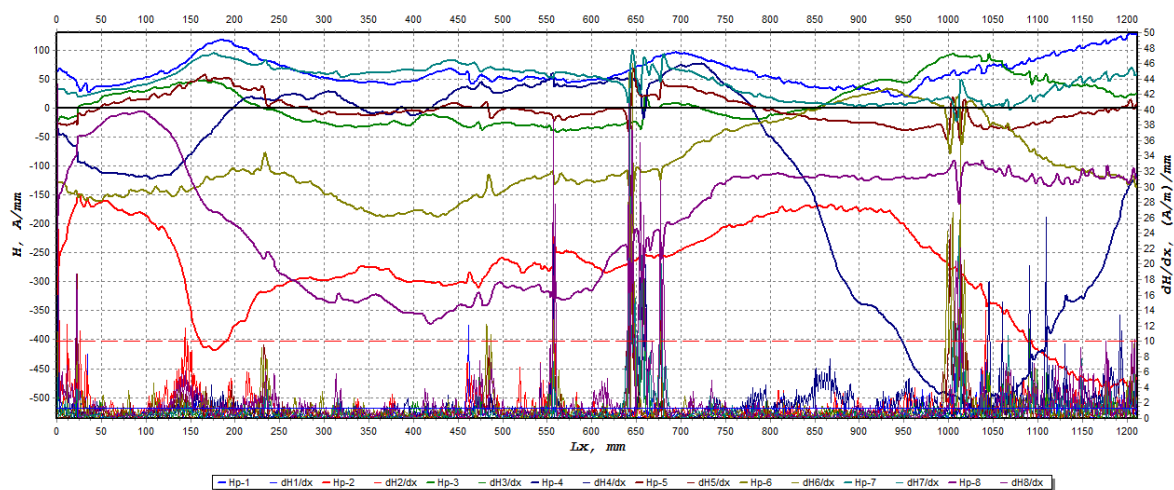
Obr. č. 66 Magnetogram pravého válce sady 12 úseku 4.1



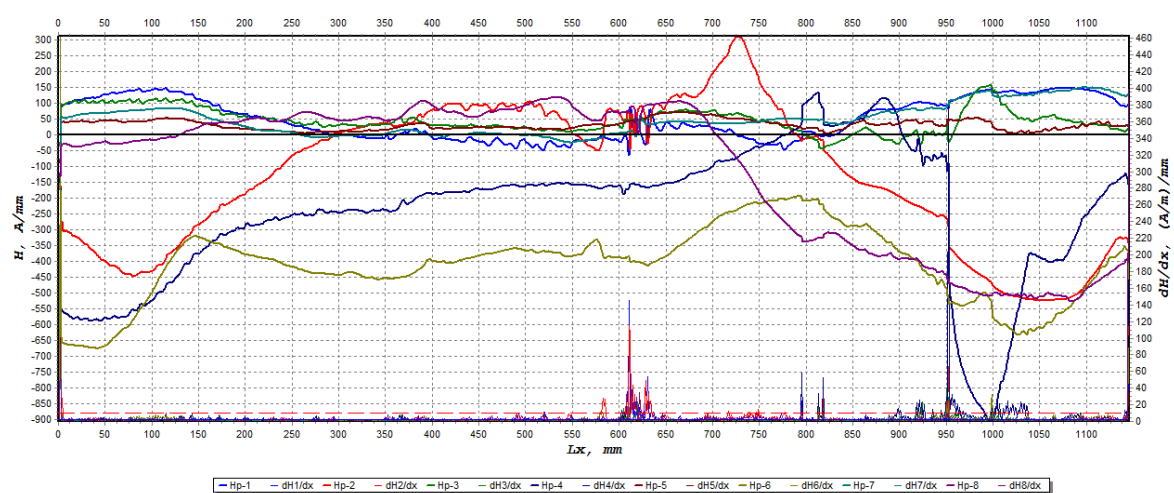
Obr. č. 67 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 4.2



Obr. č. 68 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 4.3



Obr. č. 69 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 4.4



Obr. č. 70 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 4.5

Na válci jsou hodnoty gradientů vyšší než doporučených 10 A/m. Nejvíce zde dopadly oblasti 4.2 a 4.5, kde by se mohly vyskytovat i poruchy materiálu. Vzhledem k rozměrům válců nebude toto poškození příliš velké.

6. Závěrečné zhodnocení stavu a doporučení

Po provedení měření metodou Magnetické paměti kovu lze konstatovat, že nové válce jsou bez vnitřních vad a měly by tedy bez problémů na Mannesmanově děrovacím stroji pracovat. U válců, které byly po první kampani demontovány, sice byly nalezeny jisté vady, ale ty jsou na tolik malé, že by nemělo dojít k ohrožení bezpečnosti a plynulosti provozu Mannesmanova děrovacího stroje. Při porovnání se vycházelo z informace, že válec, který praskl, nesl toto zatížení asi na 150 milimetrech svého průřezu. U mnohých válců, které byly použity vícekrát, se objevily vady poněkud větší. Nejkritičtější je to u sady číslo 2, a to konkrétně u pravého válce. Tyto hodnoty byly zkontrolovány a na základě těchto informací jsem se rozhodl tuto sadu ponechat v provozu. Další sady také vykazovaly jisté vady, ale ty nebyly tak kritické. Pro další přesnější určení zda tyto vady jsou spojeny s poškozením povrchu, nebo zda se opravdu jedná o vnitřní vady, bych doporučil na válcích provést obroušení povrchu a měření opakovat. To se samozřejmě týká válců s poškozením povrchu, ve kterém bylo provedeno měření zejména tedy u pravého válce sady 1 a celých sad číslo 2 a 12. V případě přetrvávajících vysokých gradientů by bylo nutné přistoupit k prověření válců ultrazvukem, případně je prozářit rentgenem.

Pro další bezchybný provoz zařízení by bylo vhodné aplikovat nějakou metodu nedestruktivní diagnostiky pro včasné odhalení nadměrného šíření trhliny materiálem válce. Tato prohlídka by byla ideální provést po jedné kampani v rámci repase válce z důvodu, že válec je vytažen ze stroje a kompletně rozebrán. Byl by tak zajištěn vyhovující přístup k částem válce, které by byly měřeny a které jsou za provozu ukryty například pod ložiskem. Tento časový údaj by se samozřejmě dal v provozu postupem času a nabýváním zkušeností upravit.

Co se týče použité metody, tak musíme vzít v úvahu širokou škálu aspektů, jako pořizovací cenu vybavení, četnost a způsob použití a podobně. Použití ultrazvuku by bylo v těchto podmínkách složité z důvodu velké masy materiálu, kterým by tento signál musel projít a přítomnost bandáží, kterými jsou některé válce vybaveny. Pokud se týče aplikace rentgenu, tak ta by nebyla také vhodná. Jedním z důvodů je vysoká pořizovací cena veškerého vybavení a nesmíme zapomenout ani na to, že rentgen pracuje s nebezpečným zářením, tudíž by bylo nutné vytvořit zabezpečené pracoviště. Nejlepším řešením bude aplikovat na tento stroj metodu magnetické paměti materiálu. Jedná se o levnou, rychlou a bezpečnou metodu. Další její nespornou výhodou je možnost nasazení i na ty válce, jejichž plochy jsou bandážovány. Zde by byla aplikace ultrazvuku poněkud složitější. Jediná malá

nedokonalost spočívá v tom, že se jedná o relativně novou metodu a její výzkum dodnes trvá, takže do budoucna můžou být objeveny její další vlastnosti. Navíc, jelikož v průběhu řešení této bakalářské práce se zjistilo, že pro úspěšné dořešení tohoto problému bude potřeba mnohem více času, může být tento problém řešen v dalším období, bude-li ze strany Třineckých železáren a.s. přetrvávat zájem.

7. Závěr

Tato bakalářská práce byla zpracovávána na téma Nasazení technické diagnostiky pro odhalení vzniku prasklin válců. Úkolem řešeným v této práci bylo aplikovat metody technické nedestruktivní diagnostiky a zjistit, zda se v těchto válcích nacházejí praskliny, které by mohly ohrozit bezpečnost a plynulost provozu děrovací Mannesmanovy stolice.

V úvodu práce jsem se zabýval popisem tří největších firem zabývajících se těžkým hutním průmyslem. Zaměřil jsem se na jejich popis, historii a výrobní schéma. Dále jsem zde popsal historii a princip výroby bezešvých trubek na Mannesmannově děrovacím stroji, uvedl jsem popis celé linky a příklad vyráběných trubek. Poté jsem se věnoval metodám technické nedestruktivní diagnostiky. Nejprve jsem uvedl výčet metod, které byly použity, nebo mohly být použity. Popsal jsem zde problém vyskytující se na děrovacím stroji a uvedl praktické řešení. Byla provedena měření a důkladná analýza dat. Bohužel se při řešení této práce ukázalo, že pro úspěšné dořešení této problematiky bude potřeba více času, takže bude-li přetrvávat zájem ze strany Třineckých železáren a.s., bude tato problematika řešena i v následujícím období. Nakonec jsem provedl závěrečné zhodnocení a udělil doporučení. Doporučuji nasazení nedestruktivní metody diagnostiky pro zajištění bezproblémového chodu linky. Dále doporučuji provést u válců s poškozeným povrchem obroušení a následné opakování měření. Tato povrchová úprava odstraní povrchové vady válců a tím i eliminuje nepřesnosti v měřeních. V případě přetrvávajících problémů je vhodné nasadit další metody nedestruktivní diagnostiky. Ty by měly poskytnout další údaje pro následující postup v řešení tohoto problému. Jako nejvhodnější metodu pro tuto aplikaci doporučuji metodu magnetické paměti kovu. Mé rozhodnutí vychází z faktu, že bandáže, kterými jsou mnohé válce opatřeny, znemožňují prostup ultrazvukového signálu až k čepu válce. Použití rentgenu bych doporučil pouze v krajním případě, jelikož se jedná o velmi nákladnou metodu.

Seznam použité literatury

- [1] MIROSLAV HLUCHÝ A KOLEKTIV *Strojírenská technologie 1* vydání druhé SNTL- Nakladatelství technické literatury Praha 1978. 360 stran. 04-212-78
- [2] MIROSLAV HLUCHÝ A KOLEKTIV *Strojírenská technologie 2* vydání první SNTL- Nakladatelství technické literatury Praha 1979. 408 stran. 04-212-78
- [3] Prof. Ing. MILAN ŽÍDEK CSc., Ing. FRANTIŠEK KUŘE *Válcování* vydání druhé Ostrava, VŠB-TU Ostrava, 379 stran
- [4] Doc. Ing. MÁRIA KOLLEROVÁ, CSc., prof. Ing. MILAN ŽÍDEK DrSc., prof. Ing. Dr. BOHUMIL POČTA, Ing. VLADIMÍR DĚDEK CSc. *Válcovnie* vydání první Vydavateľstvo Alfa Bratislava ISBN 80-50-00729-9, 576 stran
- [5] MARCEL KREIDEL, RADISLAV ŠMÍD *Technická diagnostika* vydání první, Nakladatelství BEN-technická literatura Praha 2006, ISBN 80-7300-158-6, 408 stran
- [6] Dolní oblast Ostrava – Vítkovice- Foto.mapy.cz dostupné na WWW: <<http://foto.mapy.cz/detail?id=5021>>.
- [7] Arcelor Mittal a.s. (Nová Huť) – Foto.mapy.cz dostupné na WWW: <<http://foto.mapy.cz/original?id=700>>
- [8] Letecký pohled na Třinecké železárny – Trz.cz dostupné na WWW: <[http://www.trz.cz/TRZ/Prilohy.nsf/\(viewPublic\)/FOTO/\\$FILE/letecky2.jpg](http://www.trz.cz/TRZ/Prilohy.nsf/(viewPublic)/FOTO/$FILE/letecky2.jpg)>
- [9] JAROSLAV JANČÍK, JIŘÍ VACÁTKO *Diagnostika v řídicích systémech* Automa: časopis pro automatizační techniku, dostupné z WWW <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=36672>
- [10] *KonCAD* [online]. Ostrava : 2006. Rekonstrukce úseku děrování velký mannesmann. Dostupné z WWW: <<http://koncad.cz/ref090.html>>.
- [11] Metoda MMM – pdf. dokument, dostupné z WWW: <<http://www.preditest.cz/?i=351/ke-stazeni>>
- [12] Vítkovické železárny – Vitkovice.cz, dostupné z WWW: Interní literatura firmy
- [13] Arcelor Mittal – Arcelormittal.com- dostupné z WWW: Interní literatura firmy
- [14] Třinecké železárny- Trz..cz dostupné z WWW: Interní literatura firmy

[15] PETR LENFELD. *Katedra tváření kovů a plastů: Skripta* [online]. Liberec: 2010
Technologie objemového tváření – válcování. Dostupné z WWW:
<http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/02.htm>

Seznam obrázků

Obr. č. 1 Arcelor Mittal (zdroj [7])	2
Obr. č. 2 Vítkovice (zdroj [6]).....	4
Obr. č. 3 Letecký pohled na Třinecké železářny (zdroj [8])	6
Obr. č. 4 Schéma výroby bezešvé trubky (zdroj [14])	10
Obr. č. 5 Karuselová pec (zdroj [14]).....	11
Obr. č. 6 Princip děrování (zdroj [2]).....	12
Obr. č. 7 Výroba trubky (zdroj [14]).....	12
Obr. č. 8 Poutnická stolice (zdroj [15]).....	13
Obr. č. 9 Měřicí přístroj metody MMM (zdroj [11])	15
Obr. č. 10 Aplikace metody MMM (zdroj [11])	16
Obr. č. 11 Metoda průchodová (zdroj [5])	17
Obr. č. 12 Metoda odrazová (zdroj [1])	18
Obr. č. 12 Rentgen (zdroj [5])	19
Obr. č. 14 Schéma Mannesmannova děrovacího stroje (zdroj[10]).....	24
Obr. č. 15 Válec s měřicím přístrojem	24
Obr. č. 16 Sada nových válců.....	25
Obr. č. 17 Schéma měření	25
Obr. č. 18 Magnetogram nového válce č.1 úseku 1.1	26
Obr. č. 19 Magnetogram nového válce č.1 úseku 1.2	26
Obr. č. 20 Magnetogram nového válce č.1 úseku 2	26
Obr. č. 21 Magnetogram nového válce č.1 úseku 3	27
Obr. č. 22 Magnetogram nového válce č.1 úseku 4	27
Obr. č. 23 Magnetogram nového válce č.1 úseku 5	27
Obr. č. 24 Schéma měření	28
Obr. č. 25 Magnetogram nového válce č.2 úseku 2.1.1	28
Obr. č. 26 Magnetogram nového válce č.2 úseku 2.2.1	29
Obr. č. 27 Magnetogram nového válce č.2 úseku 2.3.1	29

Obr. č. 28 Magnetogram nového válce č.2 úseku 2.4.1	29
Obr. č. 29 Magnetogram nového válce č.2 úseku 2.5.1	30
Obr.č. 30 Levý válec sady 1	30
Obr. č. 31 Schéma měření	31
Obr. č. 32 Magnetogram levého válce sady 1 úseku 1.1.....	31
Obr. č. 33 Magnetogram levého válce sady 1 úseku 1.2.....	31
Obr. č. 34 Magnetogram levého válce sady 1 úseku 1.3.....	32
Obr. č. 36 Magnetogram levého válce sady 1 úseku 1.5.....	32
Obr.č. 37 Pravý válec sady 1	33
Obr. č. 38 Schéma měření	33
Obr. č. 39 Magnetogram pravého válce sady 1 úseku 2.1	34
Obr. č. 41 Magnetogram pravého válce sady 1 úseku 2.3	34
Obr. č. 42 Magnetogram pravého válce sady 1 úseku 2.4	35
Obr. č. 43 Magnetogram pravého válce sady 1 úseku 2.5	35
Obr. č. 44 Pravý válec sady 2.....	36
Obr. č. 45 Schéma měření	36
Obr. č. 46 Magnetogram pravého válce sady 2 úseku 1.1	37
Obr. č. 47 Magnetogram pravého válce sady 2 úseku 1.2	37
Obr. č. 48 Magnetogram pravého válce sady 2 úseku 1.3	37
Obr. č. 49 Magnetogram pravého válce sady 2 úseku 1.4	38
Obr. č. 50 Magnetogram pravého válce sady 2 úseku 1.5	38
Obr. č. 51 Levý válec sady 2	39
Obr. č. 52 Schéma měření	39
Obr. č. 53 Magnetogram levého válce sady 2 úseku 2.1.....	40
Obr. č. 54 Magnetogram levého válce sady 2 úseku 2.2.....	40
Obr. č. 55 Magnetogram levého válce sady 2 úseku 2.3.....	40
Obr. č. 56 Magnetogram levého válce sady 2 úseku 2.4.....	41
Obr. č. 57 Levý válec sady 12	41

Obr. č. 58 Schéma měření	42
Obr. č. 59 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 3.1	42
Obr. č. 60 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 3.2	42
Obr. č. 61 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 3.3	43
Obr. č. 62 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 3.4	43
Obr. č. 63 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 3.5	43
Obr. č. 64 Pravý válec sady 12	44
Obr. č. 65 Schéma měření	44
Obr. č. 66 Magnetogram pravého válce sady 12 úseku 4.1	45
Obr. č. 67 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 4.2	45
Obr. č. 68 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 4.3	45
Obr. č. 69 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 4.4	46
Obr. č. 70 Magnetogram levého válce sady 12 úseku 4.5	46